piezosystemjena
unglaublich präzise

Bedienungsanleitung
Digitaler Piezoverstärker
Serie 30DVxxx

instruction manual
digital piezo amplifier
series 30DVxxx

Bitte lesen Sie sorgfältig die Bedienungsanleitung vor dem Einschalten des Gerätes. Beachten Sie bitte insbesondere die Sicherheitshinweise!

Please read carefully before switching on the power! Please see safety instructions for using piezoelectric actuators and power supplies!

CE

piezosystem jena
unglaublich präzise

Bedienungsanleitung Seite 3 ... 34
(deutsch)

instruction manual pages 35 ... 63
(english)

Deutsche Version: Letzte Änderung 03.07.2015 von AS
English version: last change 2015-07-03 by AS

Inhaltsverzeichnis

1	Gegenstand	4
2	Zertifizierung von *piezosystem jena*	4
3	Konformitätserklärung	4
4	Lieferumfang	5
5	Allgemeine Hinweise zu Piezoaktoren und Spannungsverstärkern	5
6	Sicherheitshinweise	6
6.1	Installation, Stromanschluss	7
6.2	Betrieb	7
6.3	Pflege und Wartung	8
6.4	Umgebungsbedingungen	8
7	Kurzanleitung, Funktionskontrolle	8
8	Beschreibung des digitalen Piezoverstärkers der Serie *30DVxxx*	9
8.1	Allgemeines	9
8.2	Bedienelemente	9
8.2.1	Frontseite	9
8.2.2	Rückseite	10
8.3	Funktion	11
8.3.1	Technische Daten	14
8.3.2	MOD/MON	15
8.3.3	Anschlussbelegungen	17
8.4	Kommunikation und Befehlssatz	18
8.4.1	Kommunikation	18
8.4.2	Befehlssatz	19
8.4.3	Statusregister	22
8.5	Funktionsgenerator	23
8.6	Ausgabe von Triggersignalen	24
8.7	Scanfunktion	27
9	Bedienung	29
10	Reglereinstellung	30
11	Fehlersuche	32
11.1	Fehlerregister	33
12	Ihre Notizen	34

1 Gegenstand

Diese Anleitung beschreibt die digitalen Piezoverstärker der Serie ***30DVxxx*** von ***piezosystem jena***. Weiterhin finden Sie Sicherheitshinweise beim Umgang mit Piezoelementen.

Bei Problemen wenden Sie sich bitte an den Hersteller des Gerätes:

piezosystem jena, Stockholmer Str. 12, 07747 Jena. Tel: (0 36 41) 66 88-0

2 Zertifizierung von *piezosystem jena*

Die Firma ***piezosystem jena GmbH*** arbeitet seit 1999 nach einem nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagementsystem, dessen Wirksamkeit durch regelmäßige Audits durch den TÜV geprüft und nachgewiesen wird.

Diese Bedienungsanleitung enthält wichtige Informationen für den Betrieb und Umgang mit Piezoaktoren. Bitte nehmen Sie sich die Zeit, diese Informationen zu lesen. Piezopositioniersysteme sind mechanische System von höchster Präzision. Durch den richtigen Umgang stellen Sie sicher, dass das System die geforderte Präzision auch über lange Zeit einhält.

3 Konformitätserklärung

Die CE-Konformitätserklärung für dieses Gerät ist im Internet unter ***www.piezosystem.de*** einsehbar.

4 Lieferumfang

Bitte prüfen Sie nach Erhalt die Vollständigkeit der Lieferung, bestehend aus:

- Spannungsverstärker ***30DVxxx***
- Weitbereichsnetzteil 24VDC
- RS232-Kabel
- USB-Kabel
- Bedienungsanleitung
- CD-ROM mit Treiber, Software und Bedienungsanleitung

5 Allgemeine Hinweise zu Piezoaktoren und Spannungsverstärkern

- Piezoaktoren von ***piezosystem jena*** werden mit Spannungen bis 150V angesteuert. Beachten Sie bitte die Sicherheitsvorschriften beim Umgang mit diesen Spannungen.
- Nach dem Transport von Piezoaktoren sollten sich diese vor dem Einschalten ca. 2h der Raumtemperatur anpassen können.
- Piezoaktoren sind stoß- und schlagempfindlich (Bruchgefahr). Vermeiden Sie auch bei eingebauten Piezoaktoren derartige Einwirkungen. Durch den piezoelektrischen Effekt können bei Stoß- oder Schlageinwirkungen Spannungen erzeugt werden, die zu Überschlägen führen können.
- Piezoaktoren sind mit hohen Druckkräften belastbar. Ohne Vorspannung dürfen sie nicht auf Zug belastet werden. Beachten Sie, dass bei Stoßeinwirkungen (z.B. Herunterfallen) und bei hochdynamischen Anwendungen Beschleunigungen des Keramikmaterials und somit auch Zugkräfte auftreten. Piezoaktoren mit mechanischer Vorspannung können im Rahmen der Vorspannung auf Zug belastet werden.
- Bei Ansteuerung der Aktoren mit einer Spannung im oberen Stellbereich kann bei Abschaltung der Steuerspannung allein durch die noch erfolgende Bewegung der Keramik eine beträchtliche elektrische Gegenspannung erzeugt werden, die zu Überschlägen führen kann.
- Durch strukturbedingte Verlustprozesse innerhalb der Keramik kommt es zu einer Erwärmung beim dynamischen Betrieb. Bei ungenügenden Kühlungsmaßnahmen kann es zu Ausfällen kommen. Eine Erwärmung über der Curietemperatur (übliche Werte ca. 140°C - 250°C) lässt den piezoelektrischen Effekt verschwinden.
- Piezoaktoren können elektrisch als Kondensatoren angesehen werden. Die Entladungszeiten liegen im Bereich von Stunden bis Tagen. Deshalb können auch nach Trennung der Piezoaktoren von der Spannungsversorgung hohe Spannungen anliegen. Bleibt der Aktor mit der Elektronik verbunden, so wird er innerhalb einer Sekunde nach dem Abschalten auf ungefährliche Spannungswerte entladen.
- Piezoaktoren können durch Erwärmung oder Abkühlung und der damit verbundenen Längenänderung eine Spannung an den Anschlüssen erzeugen. Bedingt durch die Eigenkapazität ist das Entladungspotential nicht zu vernachlässigen. Bei üblicher Raumtemperatur ist dieser Effekt unbedeutend.
- Piezoaktoren von ***piezosystem jena*** sind justiert und verklebt. Ein Öffnen der Stellelemente führt zur Dejustage. Eine Beschädigung des inneren Aufbaus ist dabei nicht auszuschließen. Dieses kann zur Funktionsunfähigkeit führen. Geräte von ***piezosystem jena*** dürfen deshalb nicht geöffnet werden. Ein Öffnen führt zum Garantieverlust!
- Verwenden Sie nur mitgelieferte Kabel und Verlängerungen. So können Geräteausfälle durch eventuell falsche Verbindungen verhindert werden.
- Bei Problemen wenden Sie sich bitte an ***piezosystem jena*** oder an den jeweiligen Händler. Die für die jeweiligen Länder verantwortlichen Repräsentanten finden Sie auf unserer Webseite http://www.piezosystem.de im Bereich „Unternehmen“

Achtung! Trotz mechanischer Vorspannung können Stoßkräfte (z.B. Fallenlassen oder Anstoßen) zu einer Beschädigung des eingebauten Keramikelementes führen. Bei Beschädigungen des Piezoaktors aufgrund derartiger Einwirkungen können wir keine Garantie übernehmen. Bitte gehen Sie deshalb sehr sorgfältig mit Ihrem Piezoaktor um.

6 Sicherheitshinweise

Symbole:

GEFAHR! Dieses Symbol weist auf die Gefahr von Elektrounfällen hin. Damit verbundene Warnhinweise sind unbedingt zu beachten.

ACHTUNG! Dieses Symbol weist auf zu beachtende Anweisungen in der Bedienungsanleitung hin, die zusätzliche Hinweise zur Bedienung und Warnung enthalten.

GEFAHR

- Öffnen Sie das Gerät in keinem Fall! Im Inneren des Gerätes befinden sich keine Teile, die vom Benutzer selbst gewartet werden können. Das Öffnen oder Entfernen der Abdeckungen könnte einen elektrischen Schlag verursachen oder zu anderen gefährlichen Situationen führen. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifizierten technischen Personal durchgeführt werden.
- Vermeiden Sie das Eindringen von Flüssigkeiten in die Geräte! Diese können zu einem elektrischen Schlag, Brand oder Fehlfunktionen des Gerätes führen.

ACHTUNG

- Achten Sie auf ausreichende Belüftung der Steuerelektronik. Lüftungsschlitze dürfen nicht blockiert werden. Die Geräte sollten nicht in unmittelbarer Nähe von Wärmequellen (z.B. Heizung, Ofen usw.) aufgestellt werden.
- Betreiben Sie die Geräte von ***piezosystem jena*** nur in sauberer und trockener Umgebung. Nur dafür speziell vorgesehene Geräte und Piezoelemente dürfen unter abweichenden Umgebungsbedingungen betrieben werden.
- ***piezosystem jena*** übernimmt keine Garantie bei Fehlfunktionen durch fremdes Zubehör. Besonders geregelte Systeme sind nur in dem von ***piezosystem jena*** ausgelieferten Zustand voll funktionstüchtig. Das Verwenden zusätzlicher Kabel oder abweichender Stecker verändert die Kalibrierung und andere spezifizierte Daten. Dieses kann bis zur Fehlfunktion der Geräte führen.
- Piezoelemente sind empfindliche Präzisionsgeräte von großem Wert. Bitte behandeln Sie die Geräte dementsprechend. Achten Sie auf einen mechanisch saubere Befestigung der Piezoelemente, ausschließlich an den dafür vorgesehenen Befestigungsstellen!

Unter den nachfolgend aufgeführten Umständen müssen die Geräte sofort vom Netz getrennt werden:

- beschädigte Kabel (z.B. Netzkabel)
- Flüssigkeiten sind in das Gerät gelangt
- das Gerät war Regen ausgesetzt oder ist mit Wasser in Berührung gekommen
- das Gerät funktioniert bei Bedienung entsprechend der Bedienungsanleitung nicht ordnungsgemäß

6.1 Installation, Stromanschluss

GEFAHR

- Greifen Sie niemals mit nassen Händen an den Netzstecker. Es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages.
- Nicht in Räumen installieren, in denen leicht entzündliche Substanzen gelagert werden. Kommen leicht entzündliche Substanzen mit elektrischen Bauteilen in Kontakt, besteht die Gefahr von Feuer oder einem elektrischen Schlag.
- Nehmen Sie keine Veränderungen am Netzkabel vor. Stellen Sie keine schweren Gegenstände auf das Netzkabel und verlegen Sie es so, dass es nicht übermäßig gespannt oder geknickt ist. Das Netzkabel könnte sonst beschädigt werden, und es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages bzw. Brandgefahr.
- Ziehen Sie niemals am Kabel, um den Netzstecker zu ziehen. Dadurch könnte das Netzkabel beschädigt werden und es besteht die Gefahr eines elektrischen Schlages oder Brandgefahr.

ACHTUNG

- Verwenden Sie nur das mitgelieferte Zubehör. Stecken Sie die Netzkabel ausschließlich in Schutzleitersteckdosen.
- Stellen Sie das Gerät niemals an einem Platz auf, an dem das Netzkabel beschädigt oder zur Stolperfalle werden kann. Stellen Sie niemals Geräte auf das Netzkabel.
- Stellen Sie das Gerät so auf, dass die Lüftungsschlitze nicht blockiert werden und eine ausreichende Belüftung der Steuerelektronik gewährleistet wird.
- Stecken Sie den Netzstecker vollständig in die Schutzleitersteckdose, damit es sich nicht versehentlich lösen kann.
- Halten Sie den Netzstecker immer frei zugänglich, damit er im Notfall gezogen werden kann.
- Stellen Sie das System so auf, dass der Schalter ohne Probleme betätigt werden kann.
- Der Netzstecker ist die Trennstelle vom Versorgungsnetz

6.2 Betrieb

Gefahr

- Öffnen Sie das Gerät in keinem Fall! Im Inneren des Gerätes befinden sich keine Teile, die vom Benutzer selbst gewartet werden können. Das Öffnen oder Entfernen der Abdeckungen könnte einen elektrischen Schlag verursachen oder zu anderen gefährlichen Situationen führen. Reparaturarbeiten dürfen nur von qualifiziertem technischen Personal durchgeführt werden.
- Achten Sie darauf, dass kein Wasser oder entflammbare Flüssigkeiten ins Innere des Gerätes gelangen. Kommen elektrische Bauteile mit diesen Substanzen in Kontakt besteht Feuergefahr und die Gefahr eines elektrischen Schlages.

ACHTUNG

- Falls Sie Rauchentwicklung, starke Hitze oder einen ungewöhnlichen Geruch am Gerät feststellen, schalten Sie es bitte sofort aus und ziehen Sie den Netzstecker. Nehmen Sie mit unseren technischen Service Kontakt auf.

6.3 Pflege und Wartung

ACHTUNG ⚠

- Schalten Sie das Gerät immer aus und ziehen Sie den Stecker, bevor Sie das äußere Gehäuse reinigen.
- Verwenden Sie zum Reinigen ein gut ausgewrungenes Tuch. Verwenden Sie niemals Alkohol, Benzin, Verdünner oder andere leicht entflammbare Substanzen. Ansonsten besteht Feuergefahr oder die Gefahr eines elektrischen Schlages.

6.4 Umgebungsbedingungen

Das Gerät ist unter folgenden Umgebungsbedingungen einsetzbar:

- Verwendung nur in Innenräumen
- bei einer Höhe bis zu 2000 m
- Temperaturbereich: 5...35 °C
- relative Luftfeuchte: 5...95% (nicht kondensierend)

Die empfohlenen Einsatzbedingungen sind:

- Verwendung nur in Innenräumen
- bei einer Höhe bis zu 2000 m
- Temperaturbereich: 20...22 °C
- relative Luftfeuchte: 5...80% (nicht kondensierend)

7 Kurzanleitung, Funktionskontrolle

Bitte überprüfen Sie die Lieferung auf Vollständigkeit (siehe Packliste) und auf Unversehrtheit aller angegebenen Lieferpositionen. Es folgt eine Sichtprüfung von Aktor und Verstärker:

- Kopf- und Deckplatte des Aktors (wenn vorhanden) müssen parallel zueinander stehen
- keine Kratzer auf Grund- und Deckplatte
- Bitte informieren Sie ***piezosystem jena*** sofort bei Beschädigungen des Systems.
- Bitte lassen Sie sich Transportschäden vom Lieferanten (Paketdienst o.ä.) bestätigen.
- Netzschalter ist ausgeschaltet, vorhandene Betriebsspannung ist mit der am Gerät angegebenen identisch
- Schließen Sie die Stromversorgung an.
- Schließen Sie das Piezoelement an den 15 pol. D-Sub Stecker „PIEZO“ an.
- Schalten Sie das Gerät mit Hilfe des Netzschalters an der Frontplatte in den ON-Betrieb. Es erfolgt ein kurzer Selbsttest.
- Zuerst blinken die gelben Leuchtdioden „OVL“ und „UDL“. Die grüne „OL/CL“-LED leuchtet permanent. Steckt ein Aktor an dem 15pol. D-Sub Stecker, erlöschen die gelben Leuchtdioden nach ca. 3 Sek. und der Verstärker ist funktionsbereit.
- Schalten Sie die Regelung durch Druck auf den digitaler Drehgeber „OFFSET“ ein. Die Leuchtdiode „OL/CL“ leuchtet gelb.
- Nun kann die Position mit dem Drehknopf eingestellt werden.
- Leuchten die LED „UDL“ oder „OVL“ auf, liegt ein Fehler vor. In diesem Fall lesen Sie bitte den Absatz Fehlersuche.
- Schalten Sie das Gerät bitte aus. Die Funktionskontrolle ist hiermit abgeschlossen.
- Sollten während der Funktionskontrolle Unstimmigkeiten auftreten, lesen Sie bitte den Absatz Fehlersuche.

8 Beschreibung des digitalen Piezoverstärkers der Serie *30DVxxx*

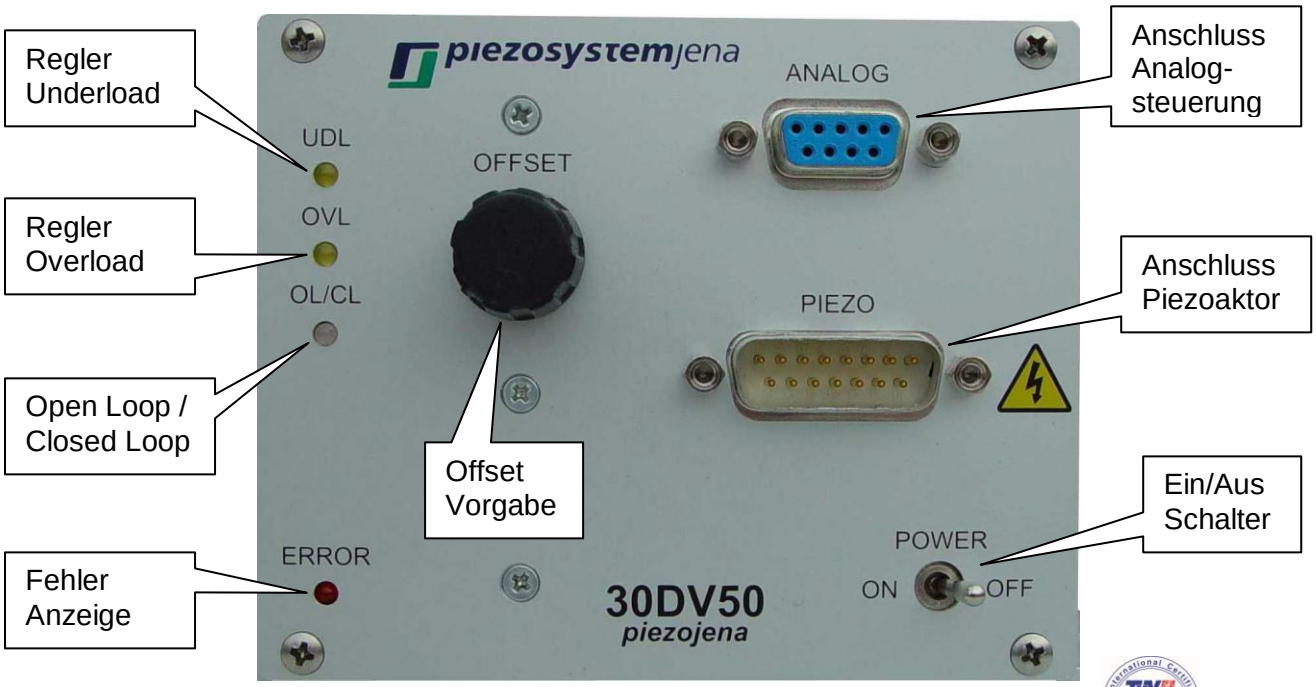
8.1 Allgemeines

Die Serie ***30DVxxx*** besteht aus Verstärkern mit 50mA Ausgangsstrom - ***30DV50*** und mit 300mA Ausgangsstrom - ***30DV300***. Diese digitale Verstärkerserie wurde speziell für die hohen Anforderungen einer OEM-Applikation konzipiert. Sie zeichnet sich durch Robustheit und Zuverlässigkeit aus, ist variabel montierbar und kann mit einer Versorgungsspannung von bis zu 30V DC universell eingesetzt werden. Verfügbar ist der ***30DVxxx*** sowohl mit Anschraublaschen als auch in einer 19“-Einschub-Gehäuseausführung.
Wahlweise können Aktoren mit und ohne integriertem Messsystem betrieben werden. Aktoren mit integriertem Messsystem werden durch den digitalen PID-Regler drift- und hysteresefrei positioniert.
Der Verstärker bietet die Möglichkeit, das Piezoelement manuell mittels digitalem Drehgeber über analoge Steuerspannungen 0...10V oder RS232 zu steuern. Durch die digitale Sollwertvorgabe sind höchste Auflösung und Genauigkeiten erzielbar. Aufgrund der hohen Ausgangsleistung mit 20bit Auflösung garantiert er in Bezug auf Geschwindigkeit, Anstiegszeit, Einschwingoptimierung und Genauigkeit hervorragende Parameter in der Positionierung.

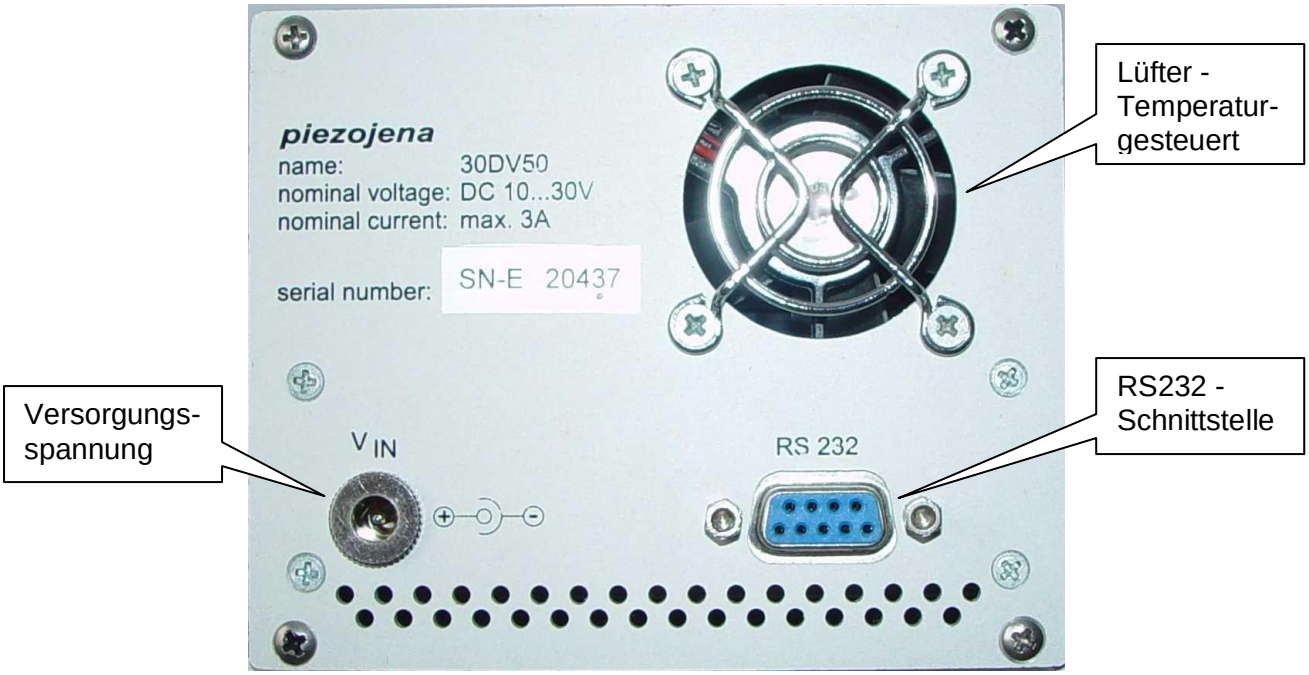
Der digitale Piezoverstärker ***30DVxxx*** ermöglicht die getrennte Austauschbarkeit von Aktor und Steuerelektronik. Alle relevanten Daten sind eigenständig auf einem ID-Chip im Aktorstecker gespeichert und werden beim Einschalten an den Verstärker übergeben.
Eine Vielzahl hilfreicher Features ist implementiert. So ist standardmäßig ein Kerbfilter (Notch) und Tiefpassfilter sowie eine Anstiegsbegrenzung des Eingangssignals (Slew Rate) frei programmierbar. Der integrierte Funktionsgenerator ermöglicht Sinus-, Rechteck- und Dreieck-Signalsteuerung. Zur Frequenzanalyse kann die Rausch- bzw. Wobbelfunktion genutzt werden.
Alle Bedienelemente sind von der Frontseite erreichbar. Das PC-Interface auf der Rückseite erlaubt eine Kabelführung in Schaltschränken. Verlängerungskabel für einen Aktoreinsatz auch in größerer Entfernung vom Verstärker sind bei ***piezosystem jena*** erhältlich.

8.2 Bedienelemente

8.2.1 Frontseite



8.2.2 Rückseite



8.3 Funktion

Im folgenden Blockschaltbild sind die Funktionsgruppen des Verstärkers dargestellt:

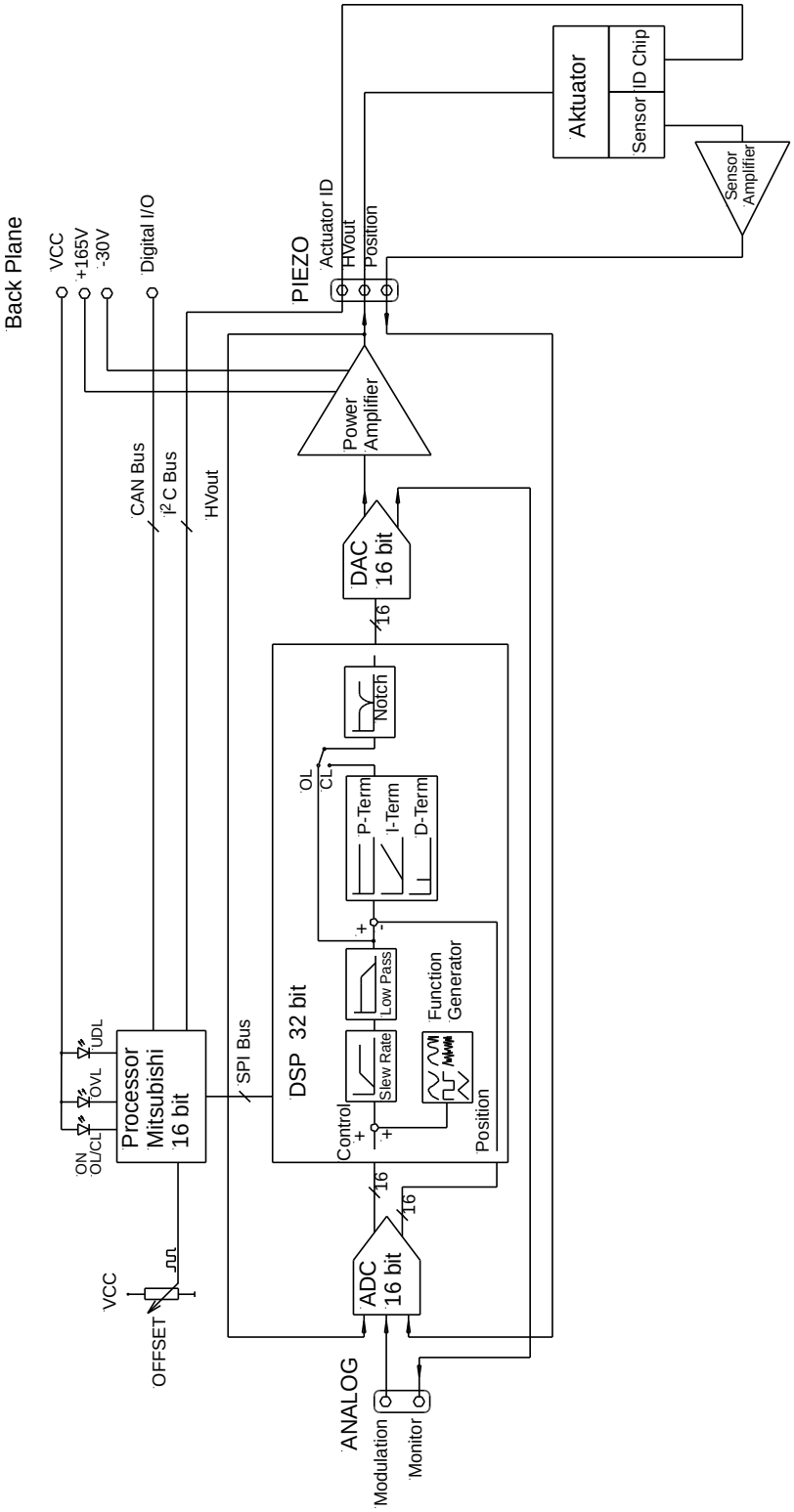


Abbildung 1: Funktionsgruppen des Verstärkers

Der Sollwert für den Digitalregler setzt sich aus der Addition von analogem Modulationssignal, dem Digitalwert des Drehgebers „OFFSET“ und dem über RS232-Schnittstelle vorgegebenen Digitalwert zusammen und stellt diesen Wert dem **D**igitalen **S**ignal **P**rozessor (DSP) als Führungsgröße zur Verfügung.
Die Anstiegsgeschwindigkeit kann wahlweise durch eine einstellbare „Slew Rate“ Begrenzung oder durch einen Tiefpassfilter 4. Ordnung auf das jeweilige Gesamtsystem optimal angepasst werden, d. h. Frequenzen, die das System in der Resonanz anregen könnten, werden schon vor der eigentlichen Regelung unterdrückt.
Der Regler errechnet die Regelabweichung (err) zwischen Sollwert und dem Positionswert des Wegmesssystems.

err = soll – mes	soll = Sollwert mes = Positionswert des Messsystems

Der Proportional-Anteil (P-Term) verstärkt den Fehlerwert frequenzunabhängig und steuert damit das Stellglied so lange, bis sich der Positionswert dem vorgegebenen Sollwert angleicht:

yp = kp * err	kp = einstellbare Proportionalverstärkung yp = Ausgangsspannung des P-Anteiles

Typisch für das Verhalten eines reinen P-Reglers ist, dass er Positionsänderungen nicht vollständig ausregelt und somit eine bleibende Regelabweichung hinterlässt, die zur proportionalen Steuerung des Stellgliedes gebraucht wird.
Durch Überlagerung eines Integral – Anteiles wird diese Regelabweichung beseitigt. Die charakteristische Kenngröße des I-Anteiles ist die Nachstellzeit (ki). Das ist die Zeit, die der I-Anteil bei einer sprunghaften Änderung der Regelabweichung benötigt, um das Stellglied in die vorgegebene Position zu bringen. Die Eingabe großer Werte von ki ergeben kleine Nachstellzeiten und damit kürzere Regelzeiten.

yi = yi + ki * err * Ts	Ts = 1 / Samplefrequenz (50kHz) 1/ki = Nachstellzeit yi = Ausgangsspannung des I-Anteiles

Um die Reaktionsgeschwindigkeit eines PI-Reglers zu erhöhen, kann ein D-Regler zugeschaltet werden. Der Differential-Anteil (D-Term) erzeugt ein Signal, das der Änderungsgeschwindigkeit des Fehlerwertes proportional ist, d. h. die Reaktionsstärke richtet sich nach der Geschwindigkeit der Regelabweichung. In der Praxis wirkt sich der D-Anteil als Verminderung der höherfrequenten Schwinganteile auf der Einschwingkurve aus.

yd = kd * 1/Ts * (err – err[n-1])	err[n-1] = Fehlerwert vorheriges Sample kd*1/Ts =1/ Vorhaltezeit kd = einstellbarer Faktor yd = Ausgangsspannung des D-Anteiles

Beim Einsatz eines D-Anteiles besteht jedoch die Gefahr, dass kleine durch stochastische Störungen (z.B. Rauschen) bedingte Änderungen der Regelabweichung eine zu starke Reaktion der Stellgröße hervorrufen.

Die Summe dieser drei Terme ergibt die Eigenschaften eines PID-Reglers. Das erzeugte Signal wird als Stellgröße der Endstufe zugeführt, welche den Piezoaktor steuert.

y = yp + yi + yd	y = Ausgangsspannung des PID-Reglers

Im ungeregelten Betrieb (open loop) wird der PID-Regler überbrückt, d.h. der Sollwert wird als Stellgröße ausgegeben.

Die Reaktionen der Reglerkomponenten sind in folgendem Diagramm dargestellt:

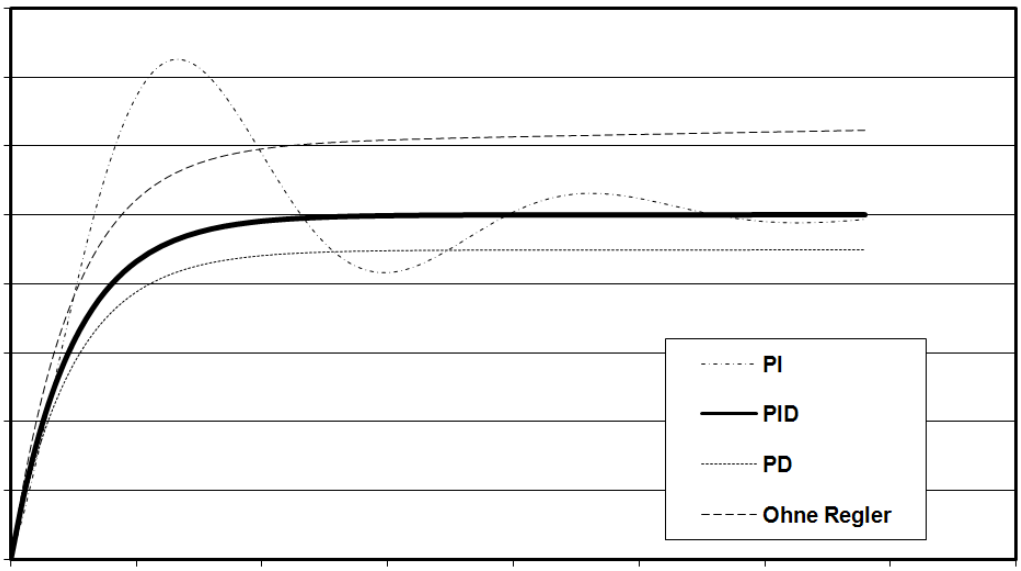


Abbildung 2: Übertragungsfunktion

Ein besonderes Feature ist ein Kerbfilter (notch filter), der direkt vor die Endstufe geschaltet werden kann. Dieser hat die Eigenschaft, die Hauptresonanzfrequenz des Gesamtsystems stark zu dämpfen. Das bedeutet im geregelten Zustand, dass Störungen von außen den Regelkreis nicht zum Eigenschwingen bringen können. Im ungeregelten Betrieb wird die Frequenz ausgeblendet, die den Aktor zum Schwingen anregen könnte. Die Kerbfrequenz und die Bandbreite können frei eingestellt werden. Bei Verwendung des Kerbfilters kann ein erhöhtes Positionsrauschen auftreten. Die reglerspezifischen Kennwerte kp, ki, kd sowie die Anstiegsgeschwindigkeit und die Kerbfiltereigenschaften sind im ID-Chip des Aktors standardmäßig voreingestellt. Diese sind aber meist keine optimalen Einstellungen, da sich mit dem kundenspezifischen Anbau und zusätzlich aufgebrachten Massen die Charakteristik des Aktors ändert.

8.3.1 Technische Daten

	30DV50	***30DV300***
Eingangsspannung:	10 – 30 VDC	
Betriebsspannungsbuchse:	Kleinspannungsbuchse mit 2,1mm-Stift	
Eingangsstrom:	max. 2,5A @ 10V max. 1,0A @ 30V	max. 5,5A @ 10V max. 2,5A @ 30V
Leistungsaufnahme:	max. 30W	max. 55W
Ausgangsleistung:	7,5W (max. 15W für nanoX™ Aktoren)	max. 45W
Ausgangsspannungen:	-20V...+130V +130V...-20V für nanoX™ Aktoren	
Ausgangsstrom (Konstantstrom):	50mA permanent (2x 50mA für nanoX™ Aktoren)	300mA permanent (2x 150mA für nanoX™ Aktoren)
Ausgangsspannungsrauschen:	<0,3mV$_{RMS}$ @ 500Hz	
Aktor- / Messsystemstecker „PIEZO“:	15pol. D-Sub Stecker	
Monitorausgang:	0...+10V (Signalquelle programmierbar)	
Ausgangsimpedanz:	1kΩ	
Modulationseingang:	0...+10V (abschaltbar)	
Eingangsimpedanz:	25kΩ	
Triggerausgang (low-aktiv)	5V/0V mit pull-up-Drainwiderstand 240Ω	
MOD/MON Buchse „ANALOG“:	9pol. D-Sub Buchse	
Offsetspannung:	-20V...+130V über digitalen Drehgeber	
Überlastungsschutz:	kurzschlussfest, Temperatursicherung	
Anzeigen (LED):	grün/gelb grün = betriebsbereit / open loop gelb = closed loop OVL (gelb) = Overload UDL (gelb) = Underload	
Schnittstelle:	RS232	
RS232 Buchse	9pol. D-Sub Buchse	
Kühlung:	Lüfter, temperaturgesteuert	
Masse (B x H x T):	130 x 86 x 230 mm	
Gewicht:	1,6kg	1,8kg

Tabelle 1: Technische Daten

8.3.2 MOD/MON

Modulationseingang: MOD

Die Position des Aktors kann über diesen Eingang analog gesteuert werden. Das Modulationssignal muss im Bereich von 0 bis +10V liegen. Außerdem erfolgt eine Addition der an der SUB-D Buchse anliegenden Spannung mit der vom digitalen Drehgeber "OFFSET" generierten Offsetspannung und dem digital vorgegebenen Sollwert. Bei Nichtbenutzung des analogen Modulationseingangs sollte dieser abgeschaltet werden (*modon,x,0* siehe 8.4.2 Befehlssatz). Externe Störungen und Einstreuungen können somit vermieden werden. Im Modus Funktionsgenerator ist der Modulationseingang permanent abgeschaltet.

Monitorausgang: MON

An diesem Ausgang können über ein Steuerkommando mit entsprechendem Parameter eine Vielzahl von Systemsignalen im Spannungsbereich von 0...+10V ausgegeben und z. B. über ein Oszilloskop kontrolliert werden. Das ist besonders bei dynamischer Ansteuerung empfehlenswert. Bitte beachten Sie den Innenwiderstand des Monitorausgangs!

MON	Monitorausgang (default = 0)	0 = Positionswert im geregelten Betrieb 1 = Sollwert 2 = Reglerausgangsspannung 3 = Regelabweichung mit Vorzeichen 4 = Betrag der Regelabweichung 5 = Aktorspannung 6 = Positionswert im ungeregelten Betrieb

Tabelle 2: Monitor

0) Der Positionswert des Messsystems im geregelten Betrieb hängt vom jeweiligen Aktor ab, d.h. ein Aktor mit einem kalibrierten geregelten Hub von 80µm erzeugt an diesem Ausgang eine Spannung von 0...+10V (= 8µm/V bzw. 0,125V/µm).

1) Der Sollwert, der aus der Addition von Modulation, Offset und digitaler Vorgabe entsteht, wird 1:1 ausgegeben.

2) Die Reglerausgangsspannung (Steuerspannung für die Endstufe) wird 1:1 ausgegeben.

3) Die Regelabweichung mit Vorzeichen, d. h. der Vergleich zwischen Soll- und Positionswert kann positiv bzw. negativ sein.

Uerr = Usoll – Umess

Usoll = 0V...+10V
Umes = 0V...+10V
Uerr = -10V...+10V

Da nur Spannungen im Bereich von 0...+10V ausgegeben werden können, wird die Regelabweichung halbiert und um +5V angehoben. Die Regelabweichung kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Uerr = (Umon – 5V) * 2

Uerr = -10V...+10V
Umon = 0V...+10V

Im ausgeregelten Fall liegen +5V an.
Bei maximalem positiven Fehler +10V (bei einem Sollwertsprung Usoll von 0 auf +10V) ist im Zeitpunkt t=0 Umess noch 0V -> Uerr = 10V -> Umon = +10V. Bei maximalem negativen Fehler 0V (bei einem Sollwertsprung Usoll von +10V auf 0V) ist im Zeitpunkt t=0 Umess noch 10V -> Uerr = -10V -> Umon = 0V.

4) Der Betrag der Regelabweichung ist interessant für Kunden, die zeitgenau wissen wollen, wann eine bestimmte Schwelle der Regelabweichung unterschritten ist. +10V ist entweder der maximale positive oder der maximale negative Fehler. Bei 0V ist die Regelabweichung = 0

5) Hier wird die direkt gemessene Aktorsteuerspannung (Ausgang Endstufe) ausgegeben. Diese ist im Gegensatz zur Reglerausgangsspannung im Punkt 2 (Eingang Endstufe) von der Dynamik der Endstufe und der Kapazität des Aktors abhängig. -20V...+130V entsprechen 0V...+10V Monitorspannung. Die Aktorspannung kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Uaktor = (Umon * 15) – 20V

6) Im Gegensatz zum geregelten Betrieb, wo der Nullpunkt der Aktordehnung auf den Positionswert = 0V kalibriert ist, liegt die minimale Dehnung im ungeregelten Betrieb (OL) unter 0V (siehe unten). Damit diese Position und die max. ungeregelte Dehnung im Bereich von 0...+10V dargestellt werden kann, wird der Positionswert halbiert und um +2,5V angehoben. Der ungeregelte Positionswert kann wie folgt aus der gemessenen Monitorspannung rückgerechnet werden:

Umes(OL) = (Umon – 2,5V) * 2

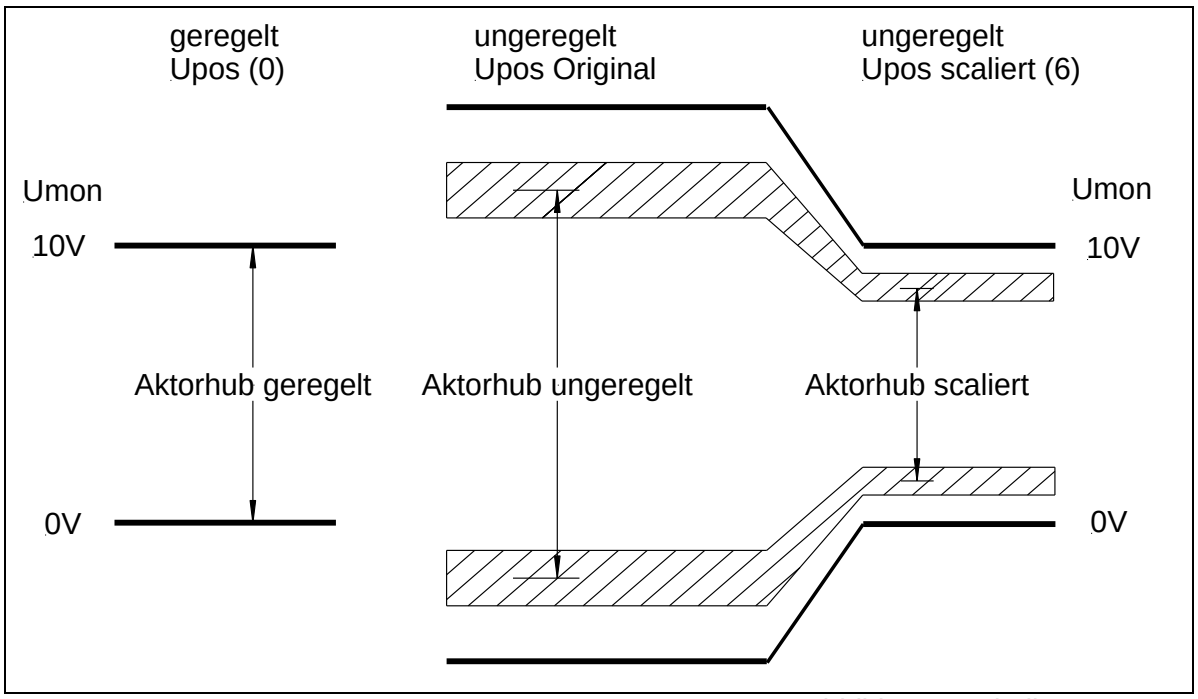


Abbildung 3: Skalierung Umes

Werksseitig ist der Monitorausgang auf den *Positionswert des Messsystems im geregelten Betrieb* eingestellt (Pkt. 0).

8.3.3 Anschlussbelegungen

ANALOG: 9pol. D-Sub Buchse

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1	MON+	Monitorausgang 0 ... +10V
2	MON-	Signalmasse
4	MOD+	Modulationseingang 0 ... +10V
5	MOD-	Signalmasse
7	TRG+	Triggerausgang (low-aktiv)
8	TRG-	Digitalmasse für Trigger

Tabelle 3: Pinbelegung

PIEZO: 15pol. D-Sub Stecker

Pin	Bezeichnung	Beschreibung
1,2,11	AGND	Analogmasse
3	+15V *	Betriebsspannung Messsystem +15V
4,14	GND	Digitalmasse
5	SDA	I²C Bus SDA
6	5Veeprom *	Betriebsspannung ID-Chip
7	Vout2	Aktorsteuerspannung 2 +130 ... -20V für nanoX$_{TM}$
8	Vout	Aktorsteuerspannung -20 ... +130V
9	+MESS	Positionssignal -8 ... +8V
10	-15V *	Betriebsspannung Messsystem -15V
12	SCL	I²C Bus SCL
13	DETECT	Aktordetektor
15	Piezomasse	Aktormasse

Tabelle 4: Pinbelegung

[*] nicht für externen Gebrauch

Über den 15pol. D-Sub Stecker wird der Aktor angeschlossen. Es gehen gleichzeitig die Steuerspannung zum Piezoaktor, das vom integrierten Messsystem generierte Positionssignal zum digitalen Regler und die im ID-Chip des Aktors gespeicherten spezifischen Kennwerte seriell zum Steuerprozessor. Wichtig ist, dass die Verriegelungsschrauben der D-Sub Griffschale an der Frontplatte angeschraubt sind. Sowohl die gefährlichen Spannungen als auch die übrigen Versorgungsspannungen werden nur bei angestecktem Aktorstecker freigeschalten. Bei abgezogenem Steckverbinder werden die gefährlichen Spannungen durch ein Sicherheitsrelais von der Quelle getrennt.

8.4 Kommunikation und Befehlssatz

8.4.1 Kommunikation

Die Kommunikation mit dem ***30DVxxx*** kann über den PC mit Hilfe eines beliebigen Terminalprogramms (z.B. Hyperterminal „hypertrm.exe“) hergestellt werden. Notwendig ist ein serielles Verbindungskabel 1:1 (mitgeliefert) zwischen der COM Schnittstelle des PC und der 9pol. D-Sub Buchse des Verstärkers. Die Eigenschaften der Verbindung sind wie folgt: 115200 Baud, 8 bit, keine Parität, 1 Stoppbit, Flusssteuerung Software (XON/XOFF):

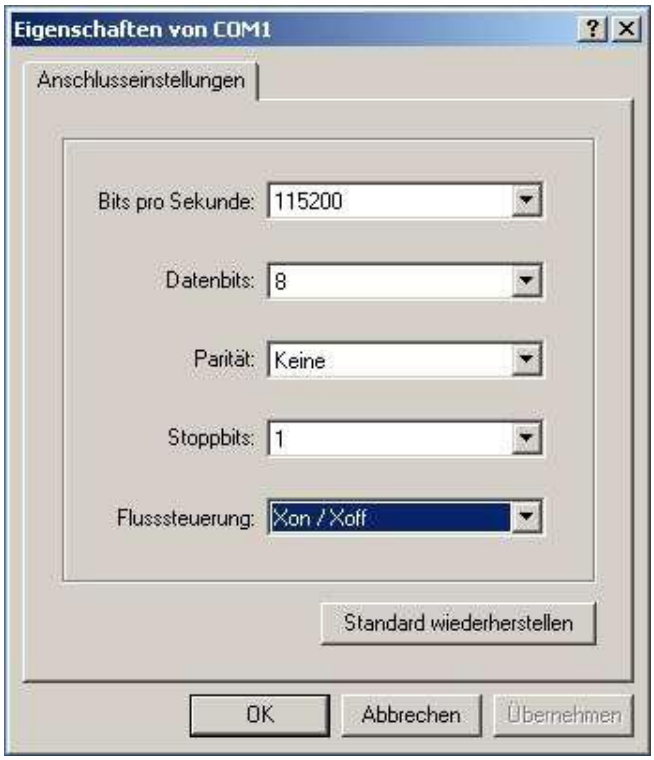


Abbildung 4: Terminal-Einstellungen

In den Eigenschaften der Verbindung sollte noch das Häkchen bei *Eingegebene Zeichen lokal ausgeben* im Menü *ASCII-Konfiguration* vorgenommen werden.

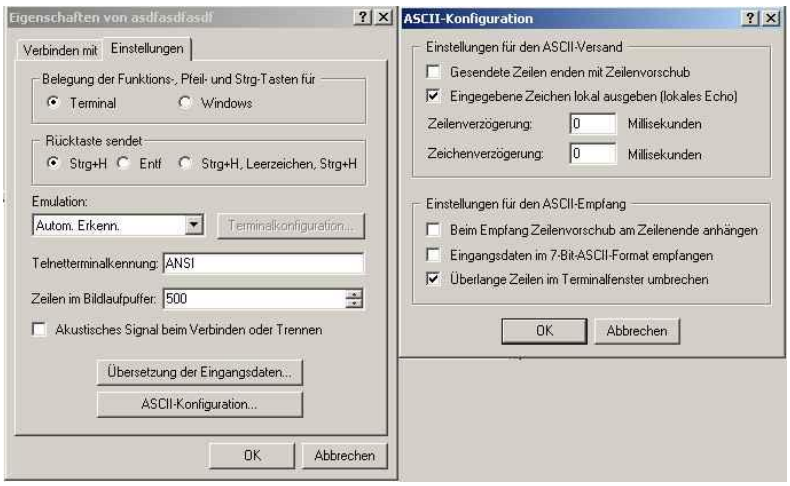


Abbildung 5: Terminal-Einstellungen

Wird nun der Verstärker eingeschalten, wird im Terminalfenster die Versionsnummer der Firmware **AP Vx.xx** ausgegeben. Damit ist die Kommunikation hergestellt. Die Befehlseingabe und die Rückmeldungen erfolgen im ASCII-Code, sind also einfach einzugeben bzw. zu lesen.

8.4.2 Befehlssatz

Globale Befehle: <Befehl> *Enter*

Befehl	Beschreibung
dprpon	schaltet die zyklische Ausgabe der aktuellen Position des Aktors ein *[1]
dprpof	schaltet die zyklische Ausgabe der aktuellen Position des Aktors aus
dprson	schaltet die automatische Ausgabe des Status bei Statusänderung des Verstärkers ein
dprsof	schaltet die automatische Ausgabe des Status bei Statusänderung des Verstärkers aus

Tabelle 5: globale Befehle

Befehle ohne Werteingabe (Abfragen): *<Befehl> Enter*

Befehl	Beschreibung
s	zeigt alle verfügbaren Befehle an
stat	zeigt den Inhalt des Statusregisters an (siehe Seite 23)
mess	Positionswertabfrage [µm bzw. mrad] *[1]
ktemp	Temperaturabfrage Verstärker [°C]
rohm	Betriebszeit des Aktors seit Auslieferung [min]
rgver	gibt die Versionsnummer des Digitalreglers aus

Tabelle 6: Abfragen

Befehle mit Werteingabe: *<Befehl>,<Wert> Enter*

Befehl	Beschreibung	Wertebereich
fan	schaltet Lüfter ein/aus	0 = ausgeschaltet 1 =eingeschaltet
setf	schaltet das Ausgabeformat für den Messwert (mess) um	0= drei Nachkommastellen 1= wissenschaftliches Format
setg	schaltet das Ausgabeformat für alle Gleitkommazahlen (außer mess) um	0= fünf Nachkommastellen 1= wissenschaftliches Format
fenable	Aktorformatierung (Softstart) nach dem Einschalten aktivieren	0= Aktorformatierung deaktiviert 1= Aktorformatierung aktiv
fbreak	Abbruch der Aktorformatierung	-
set	Wertevorgabe: Aktorspannung (ol) Dehnung (cl)	-20...130.000 [V] 0...xxx.xxx [µm] (Maximalhub des Aktors siehe Datenblatt Aktor)
sr	Anstiegsgeschwindigkeit der Sollwertes (slew rate)	0.0000002...500.0 [V/ms], bezogen auf Modulationsspannung (0...10V)

modon	Modulationseingang ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
monsrc	Monitorausgang (0 = default)	0 = Positionswert im geregelten Betrieb 1 = Sollwert 2= Reglerausgangsspannung 3 = Regelabweichung mit Vorzeichen 4 = Betrag der Regelabweichung 5 = Aktorspannung 6 = Positionswert im ungeregelten Betrieb
cl	ungeregelt / geregelt (open loop / closed loop)	0 = ungeregelt 1 = geregelt
kp	Proportional Anteil	0...999.0
ki	Integral Anteil	0...999.0
kd	Differential Anteil	0...999.0
sstd	stellt Standardwerte des Reglers wieder her	-
notchon	Kerbfilter ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
notchf	Kerbfilter Kerbfrequenz	0...20000 [Hz]
notchb	Kerbfilter Bandbreite (-3dB)	0...20000 (max. 2 * notch_fr) [Hz]
lpon	Tiefpassfilter ein- / ausschalten	0 = ausgeschaltet 1 = eingeschaltet
lpf	Tiefpass Schnittfrequenz	1...20000 [Hz]
gfkt	interner Frequenzgenerator (siehe auch Tabelle 9)	0 = ausgeschaltet 1 = Sinus 2 = Dreieck 3 = Rechteck 4 = Rauschen 5 = Wobbeln
gasin	Gen. Amplitude Sinus	0...100 [%]
gosin	Gen. Offset Sinus	0...100 [%]
gfsin	Gen. Frequenz Sinus	0.1...9999.9 [Hz]
gatri	Gen. Amplitude Dreieck	0...100 [%]
gotri	Gen. Offset Dreieck	0...100 [%]
gftri	Gen. Frequenz Dreieck	0.1...9999.9 [Hz]
gstri	Gen. Symmetrie Dreieck	0.1...99.9 [%] default = 50.0 %
garec	Gen. Amplitude Rechteck	0...100 [%]
gorec	Gen. Offset Rechteck	0...100 [%]
gfrec	Gen. Frequenz Rechteck	0.1...9999.9 [Hz]
gsrec	Gen. Symmetrie Rechteck	0.1...99.9 [%] default = 50.0 %
ganoi	Gen. Amplitude Rauschen	0...100 [%]
gonoi	Gen. Offset Rauschen	0...100 [%]
gaswe	Gen. Amplitude Wobbeln	0...100 [%]
goswe	Gen. Offset Wobbeln	0...100 [%]
gtswe	Gen. Wobbelzeit	0.4...800 [s]
sct	Scan Typ	0=Scanfunktion aus 1=Sinusscan 2=Dreieckscan

ss	Start Scan	ohne Parameter: Abfrage Scanstatus 1= startet scan
trgss	Triggererzeugung Wegposition Start	> 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad] bis < Maximalhub minus 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad]
trgse	Triggererzeugung Wegposition Ende	> 0,2% des Maximalhubes des Aktors [µm] oder [mrad] bis < Maximalhub minus 0,2% des Maximal-hubes des Aktors [µm] oder [mrad] jedoch größer als „Wegposition Start“
trgsi	Triggererzeugung Wegintervalle	Triggerintervalle in [µm] oder [mrad] größer 0,05% des Wegbereiches CL
trglen	Länge der Triggerimpulse	n*20µs n=1...255
trgedge	Triggererzeugung Flanke	0= Triggererzeugung aus 1= Trigger nur auf steigender Flanke 2= Trigger nur auf fallender Flanke 3= Trigger auf beiden Flanken

Tabelle 7: Befehle

Note *[1]: Der Controller des ***30DVxxx*** sendet zyklisch alle 500ms einen aktuellen Messwert an den Schnittstellenpuffer. Dieser kann über die serielle Schnittstelle ausgelesen werden. Ein häufigeres Abfragen dieses Wertes ändert die Aktualisierungsrate nicht. Bei Bewegungen des Aktors über dieser Frequenz kommt es zu Alias-Effekten, d.h. die ausgegebenen Werte zeigen nicht mehr den realen Signalverlauf.

Beispiel:

Ein Aktor mit 80µm Dehnung im geregelten Betrieb soll mit Rechteckfrequenz eine Sprungfunktion im geregelten Betrieb von 20µm auf 50µm ausführen. Dabei soll er 50ms auf 20µm und 150ms auf 50µm verharren. Die Reaktion des Messsystems soll am Monitorausgang sichtbar gemacht werden.

Befehle:

- cl,1 Enter	Regelung einschalten
- gfkt,3 Enter	Frequenzgenerator auf Rechteck
- gfrec,5 Enter	Rechteckfrequenz = 1 / (50ms+150ms) = 5Hz
- garec,37.5 Enter	Rechteckamplitude = (50µm – 20µm) / 80µm * 100% = 37.5%
- gorec,25 Enter	Rechteckamplitudenoffset = 20µm / 80µm * 100% = 25%
- gsrec,25 Enter	Symmetrie des Rechteckes = 50ms / (50ms + 150ms) * 100% = 25%
- monsrc,0 Enter	Monitorbuchse auf Positionswert setzen

8.4.3 Statusregister

Das Statusregister ist ein 16bit Register, wobei die einzelnen Bits die verschiedenen Einstellungen des Verstärkers bzw. Aktors beschreiben. Abgefragt wird dieses Register mit dem ***stat*** Befehl. Die Dezimalsumme der Bits ergibt den Wert des Statusregisters:

Bit	Binär	Beschreibung	Dezimal
0	2^0	0 - Aktor nicht angesteckt 1 - Aktor angesteckt	0 1
2,1	2^2, 2^1	0, 0 – Aktor ohne Messsystem 0, 1 – Dehnmessstreifen 1, 0 – kapazitives Messsystem	0 2 4
3	2^3	------	--
4	2^4	0 – geregeltes System 1 – ungeregeltes System	0 16
5	2^5	------	--
6	2^6	0 – Aktorsteuerspannung nicht freigegeben 1 – Aktorsteuerspannung freigegeben	0 64
7	2^7	0 – Regelung aus 1 – Regelung ein	0 128
8	2^8	------	--
11,10,9	2^{11}, 2^{10}, 2^9	0, 0, 0 – Generator aus 0, 0, 1 – Sinus ein 0, 1, 0 – Dreieck ein 0, 1, 1 – Rechteck ein 1, 0, 0 – Rauschen ein 1, 0, 1 – Wobbeln ein	0 512 1024 1536 2048 2560
12	2^{12}	0 – Kerbfilter aus 1 – Kerbfilter ein	0 4096
13	2^{13}	0 – Tiefpassfilter aus 1 – Tiefpassfilter ein	0 8192
14	2^{14}	------	--
15	2^{15}	0 – Ventilator aus 1 – Ventilator ein	0 32768

Tabelle 8: Statusregister

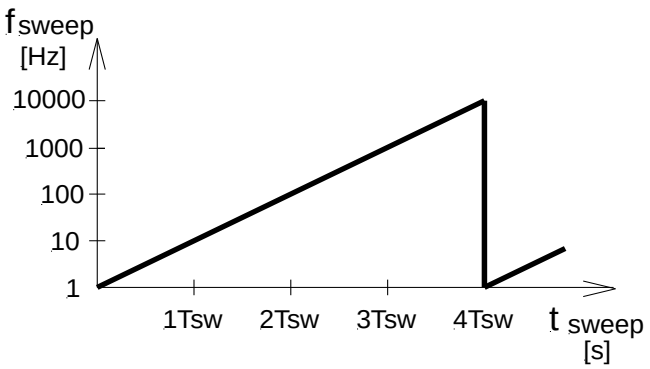
8.5 Funktionsgenerator

Der Verstärker ***30DVxxx*** ist mit einem eigenen programmierbaren Funktionsgenerator ausgestattet, mit dem unter anderem Scanfunktionen realisiert werden können. Die Programmierung erfolgt über o.g. Befehle. Folgende Funktionen sind realisierbar:

Funktionstyp	0 = aus	Sinus 1	Dreieck 2	Rechteck 3	Rauschen 4	Wobbeln 5
Amplitude	0...100%	√	√	√	√	√
Offset	0...100%	√	√	√	√	√
Frequenz	0,1...9999,9Hz	√	√	√	-	-
Wobbelzeit	0,4...800s/Dek	-	-	-	-	√
Symmetrie	0,1...99,9%	-	√	√	-	-

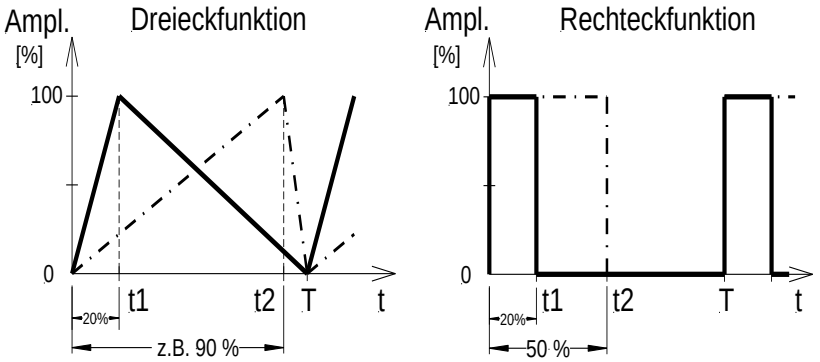
Tabelle 9: Parameter Funktionsgenerator

Die eingegebene Amplitude ist die Spitze-Spitze Amplitude. Die Wobbeltiefe ist fest auf 1Hz...10kHz (4 Dekaden) eingestellt. Dabei erhöht sich die Frequenz logarithmisch. In diesem Fall repräsentiert der Parameter „Wobbelzeit“ die Frequenzerhöhung pro Dekade.



Achtung: Während des Wobbelns dürfen keine Triggersignale ausgegeben werden (trgedge =0).

Die Symmetrie eines Signals beschreibt im Fall der Dreieckfunktion das Verhältnis von Anstiegszeit t zu Periodenzeit T. Damit kann zwischen schnellem Anstieg mit langsamen Abfall und langsamen Anstieg mit schnellem Abfall variiert werden. Im Fall der Rechteckfunktion wird das Tastverhältnis von High-Zeit zu Periodenzeit beschrieben.



8.6 Ausgabe von Triggersignalen

Die Verwendung des Triggersignales ermöglicht es, bei Erreichen oder Überschreiten eines vorgegebenen Wertes ein elektrisches Signal auszugeben. Die Triggerpunkte beziehen sich immer auf den Messwert (Weg). Das Triggersignal ist Low-aktiv, d.h. eine H/L-Flanke zeigt das Erreichen eines Triggerpunktes. Der Bereich, in dem Triggerpunkte generiert werden, wird mit trgss (untere Position) und trgse (obere Position) bestimmt. Der Abstand der Triggerpunkte wird mit trgsi (Intervall) bestimmt. Es ist möglich, den Trigger auf eine steigende (trgedge,1), eine fallende (trgedge,2) oder beide Flanken (trgedge,3) zu setzen, mit trgedge,0 wird der Trigger deaktiviert.
Die Maßeinheit für trgss, trgse, trgsi ist die aktorspezifische Einheit im geregelten Betrieb (z.B. µm oder mrad), die Länge (Dauer) der Triggerimpulse ist als ganzzahliges Vielfaches von 20µs (Standard 1*20µs) einstellbar. Es muss darauf geachtet werden, dass sich Triggerimpulse nicht überschneiden, dazu ist ggf. die Dauer der Impulse auf Minimum (trglen,1) zu setzen und die Verfahrgeschwindigkeit des Aktors zu verringern.
Weiterhin muss sichergestellt werden, dass der von trgss und trgse eingegrenzte Bereich vollständig durchlaufen wird (zuzüglich 0,2% des Gesamthubes), andernfalls werden keine Triggerpunkte generiert, da kein Flankenwechsel erkannt wird.

Achtung: Während der Betriebsart „Wobbeln“ (sweep) keine Ausgabe von Triggersignale einstellen (trgedge=0).

Beispiel (trgedge=1..3):

Ein Aktor hat einen geregelten Hub von 80µm, Flanke = steigend (trgedge,1) trgss,10 [µm] trgse,30 [µm] trgsi = 5 [µm], das heißt, die Triggerpunkte liegen bei 10, 15, 20, 25, 30µm. Nach Erreichen der Position trgss (Messwert >= 10µm) wird der Triggerimpuls gesetzt und der nächste Triggerpunkt berechnet (15µm), der Trigger wird nach n * 20µs ausgeschalten, und es wird auf das Erreichen der Position 15µm gewartet. Nach Erreichen dieser Position wird der Trigger wieder gesetzt und erneut die nächste Position berechnet (20µm). Nach Erreichen von 30µm wird der nächste Triggerpunkt auf 10µm gesetzt, der Trigger wird erst ausgelöst, wenn die Position 10µm von "unten", d.h. aus einer Position 10µm - (0,2% von 80µm) angefahren wird.

Erweiterte Triggerfunktionen (trgedge= 4 / 5 / 7):

Die Funktion trgedge,4 gibt einen Trigger bei jeder Bewegungsumkehr aus, bei trgedge,5 ist die Ausgabe gegenüber trgedge,4 invertiert. Es werden keine Parameter benötigt.

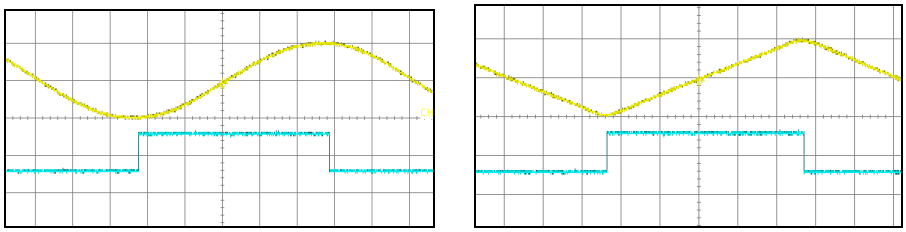


Abb: trgedge,4

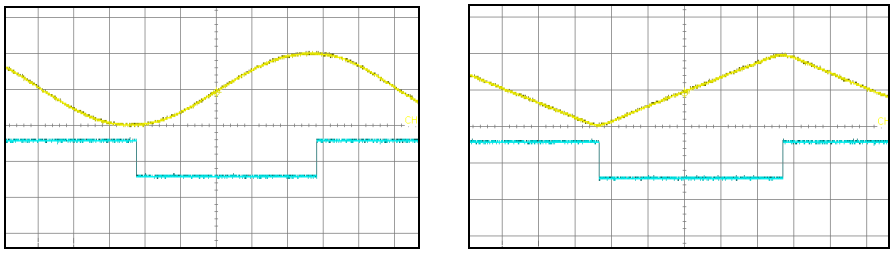
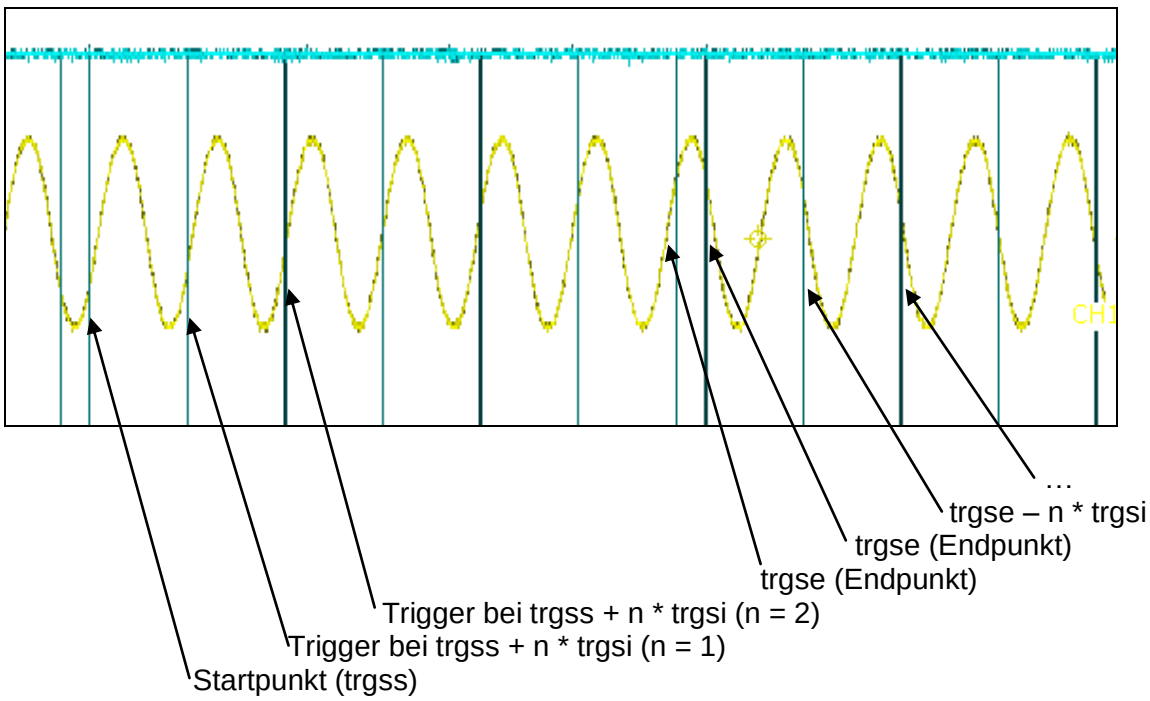


Abb: trgedge,5

Funktion trgedge,7: es wird bei jeder Bewegungsumkehr ein kurzer Triggerimpuls der Länge n * 20µs ausgegeben (Parameter n: trglen).

Triggerfunktion „Wandertrigger“ (trgedge,6)

Diese Funktion wird mit trgss, trgse, trgsi und trglen parametrisiert. Es wird pro Periode nur ein Trigger ausgegeben, dieser „wandert“ bei jeder Periode um das Triggerintervall (trgsi) weiter. Nach Erreichen des Endwertes (trgse) „wandert“ er wieder zurück.



Funktionsprinzip der Flankenerkennung:

Die Flankenerkennung funktioniert wie folgt:
Bei steigender Flanke wird immer der höchste Messwert (Weg) gemerkt. Sinkt der Messwert um mehr als 0,2% des Weges unter den gemerkten Weg, so wird eine fallende Flanke erkannt.
Danach wird immer der kleinste Messwert (Weg) gespeichert.
Steigt jetzt der Messwert um mehr als 0,2% des Weges über den gespeicherten (kleinsten) Weg, so wird wieder eine steigende Flanke erkannt.

Dieses Funktionsprinzip bedingt, dass der von trgss und trgse begrenzte Bereich immer über seine Grenzen hinaus durchfahren wird (mindestens um +/- 0,2% des Weges).

trgss	untere Triggerposition Dieser Wert gibt die untere Position an, ab der ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgse	obere Triggerposition Dieser Wert gibt die obere Position an, bis zu der ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgsi	Triggerintervall Dieser Wert gibt die Intervallgröße an, in der ab dem unteren Wegwert ein Triggersignal ausgelöst wird.	[µm] bzw. [mrad]
trgedge	Triggerflanke Dieser Wert gibt an, in welcher Richtung eine Triggerschwelle passiert werden muss, um ein Triggersignal auszulösen.	(0 = aus, 1 = steigend, 2 = fallend, 3 = beide Flanken, 4 = steigende Halbwelle, 5 = fallende Halbwelle, 6 = Wandertrigger)
trglen	Triggerlänge Dieser Wert bestimmt die zeitliche Länge des Triggersignales.	(n * 20µs n = 1...255)

Tabelle 10: Parameter Triggerung

Hardware:

Die Triggersignale werden über die 9-polige D-Sub Buchse „ANALOG“ ausgegeben. Es werden die Pins 7 und 8 verwendet.

Standardbestückung: TTL, Pull-up-Widerstand mit 240 Ohm

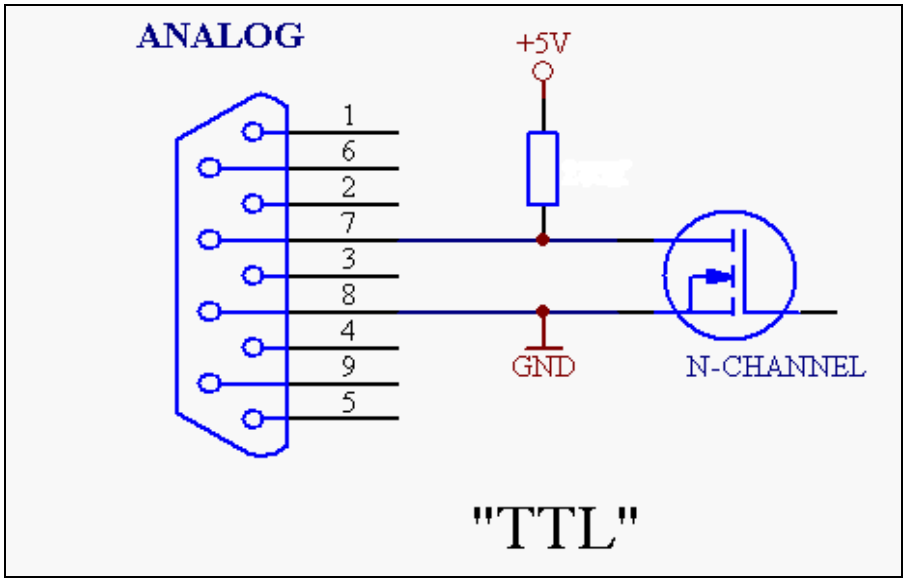


Abbildung 6: Belegung der Triggersignale auf der „ANALOG“-Buchse

8.7 Scanfunktion

Die Scanfunktion ermöglicht die Ausgabe genau einer Periode des Funktionsgenerators (Sinus oder Dreieck). Dazu müssen zunächst die relevanten Funktionsparameter eingestellt werden (Frequenz, Amplitude, Offset, ggf. Symmetrie). Der Funktionsgenerator braucht jedoch nicht aktiviert zu werden (gfkt,0). Um einen Scan auszuwählen, wird der Scantyp auf Sinus (sct,1) oder Dreieck (sct,2) gesetzt. Der Scan wird mit „ss,1“ gestartet. Während eines Scans kann der Status abgefragt werden mit „ss<CR>“. Die Antwort „ss,2“ bedeutet der Scan läuft noch, „ss,0“ bedeutet der Scan ist abgeschlossen. Ein laufender Scan kann mit „ss,0<CR>“ abgebrochen werden.

Beispiel:

Sinusscan mit 100% Amplitude, 0% Offset, f = 0,2Hz

gfsin,0.2 <CR>
gasin,100<CR>
gosin,0<CR>
Scan Typ: sct,1
Start Scan: ss,1

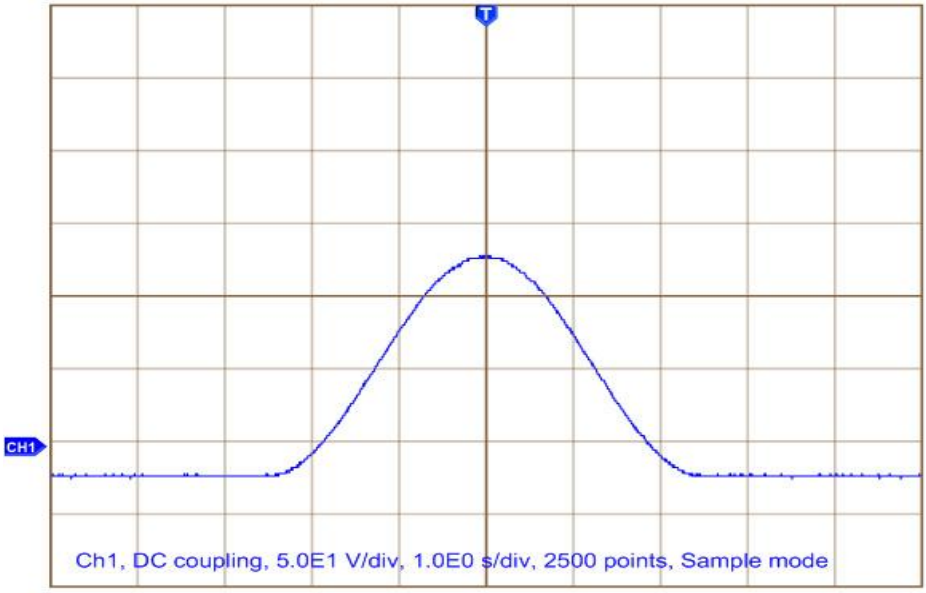


Abbildung 7: Ausgangsspannung eines Sinusscan (open loop)

Anwendung:

Die kombinierte Benutzung von Triggererzeugung und Scanfunktion erlaubt die hochgenaue Abrasterung einer Probe. Durch die Verwendung einer Sinusfunktion werden Beschleunigungskräfte (und damit Schwingungen) minimiert, durch die Triggererzeugung können Aktionen in genau definierten Aktorpositionen ausgelöst werden.

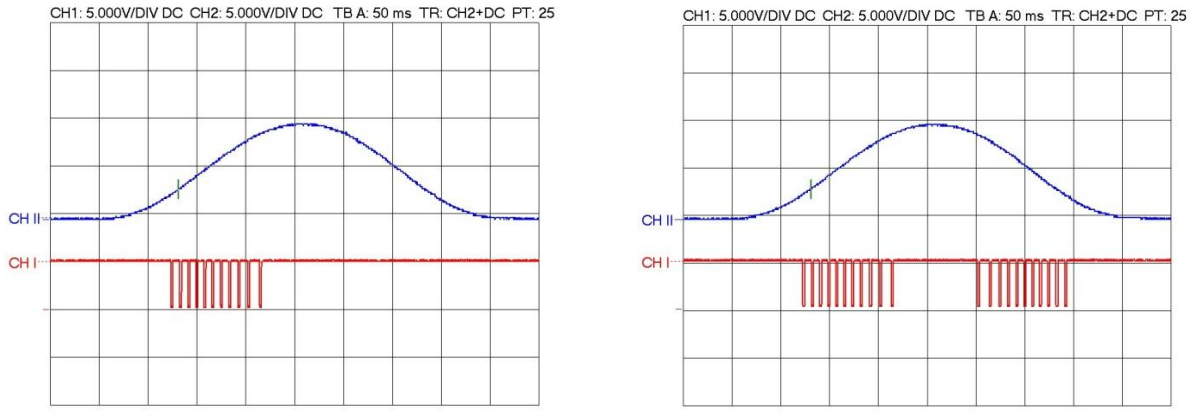


Abbildung 8: Sinusscan mit Triggerimpulsen auf der steigenden bzw. auf beiden Flanken

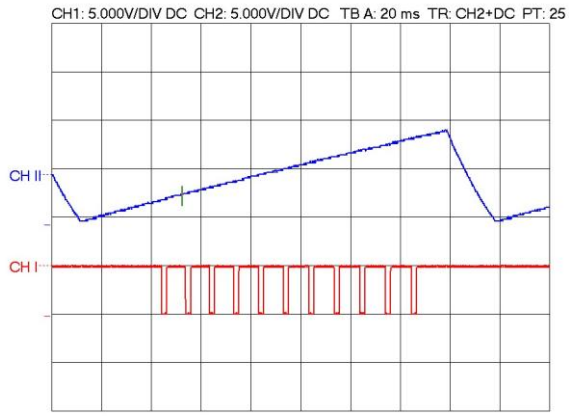


Abbildung 9: Dreieckscan mit Triggerimpulsen auf der steigenden Flanke

9 Bedienung

Der Aktor wird über den „PIEZO“-Stecker an den Verstärker angeschlossen. Der digitale Drehgeber „OFFSET“ dient der statischen Einstellung der Ausgangsspannung (OFFSET). Hiermit kann die Ruhelage des Aktors eingestellt werden. An die „ANALOG“-Buchse kann ein externes Modulationssignal im Bereich von 0 bis +10V angelegt werden. Damit sind persönlich generierte Bewegungsfunktionen realisierbar. Zur Vermeidung von Schäden am Piezoelement wird empfohlen, vor dem Ein- bzw. Ausschalten des Gerätes die Modulationsspannung abzuschalten. Um den Verstärker digital über die RS232 zu steuern, verbinden Sie bitte Ihren PC über das mitgelieferte serielle Kabel mit der D-Sub Buchse des Verstärkers und starten Sie das Terminalprogramm (s. Kommunikation).

Nach dem Einschalten führt der Verstärker ca. 3 Sekunden lang einen Selbsttest durch. Dies wird durch Blinken der UDL- und OVL- LED angezeigt. Während dieser Zeit übergibt der angeschlossene Aktor seine im ID-Chip gespeicherten Kennwerte (DSP-Parameter) an den Controller. Ist kein Aktor angeschlossen, blinken die LED's weiterhin.

Bei Nichtbetätigen des digitalen Drehgebers „OFFSET“ befindet sich der Aktor unterhalb des Regelbereiches am negativsten Punkt (Pos.1) des Gesamtstellbereiches (Pos.1 bis Pos.4 s. Abbildung 3). Wird anschließend in den geregelten Betriebsmodus durch Druck auf den digitalen Drehgeber „Offset“ umgeschaltet, bewegt sich der Aktor auf die Nullposition des Regelbereiches (Pos.2). Wird nun der Sollwert mittels Drehgeber, Modulationssignal oder mit dem ***set*** Befehl über RS232 auf Maximalposition gestellt, so wird der maximale geregelte Weg (Pos.3) zurückgelegt. Dieser Weg ist von der Spezifikation des Aktors abhängig und kann je nach Aktortyp variieren.

Abbildung 10: ungeregelt / geregelt

Die gelbe OVL-LED zeigt Übersteuerung (overload), die gelbe UDL-LED Untersteuerung (underload) an. Diesen Fall bitte vermeiden und das Gerät sofort ausschalten, wenn die Anzeige durch Reduzierung des Steuersignals nicht erlischt. Überprüfen Sie in jedem Fall die mechanische Ankopplung des Aktors an die Peripherie. Es liegt möglicherweise eine mechanische Blockierung bzw. ein Anschlag des Aktors vor. Auch eine zu starke Belastung des Antriebes (hohes Gewicht des Anbaues) führt dazu, dass er seine vorgegebene Position nicht erreicht. Lösen Sie den Aktor von der Peripherie. Sind die LED‘s erloschen, lag einer der o.g. Fehler vor.

Die Aktorkalibrierung entspricht einer bestimmten Einbaulage. Die Änderung der Einbaulage ohne neue Kalibrierung kann ebenfalls zu OVL oder UDL führen. Bitte vorab die Einbaulage angeben.

10 Reglereinstellung

Sobald ein Piezoaktor von ***piezosystem jena*** an den Verstärker ***30DVxxx*** angesteckt ist, werden die Aktor-spezifischen Kennwerte aus dem ID-Chip des Aktors ausgelesen. Der Digitale Signal Prozessor (DSP) des Verstärkers wird mit diesen Parametern automatisch eingestellt. Diese Kennwerte wurden im ***piezosystem jena***-Labor ermittelt und gewährleisten eine sichere Funktion des Piezoelementes.

Für Piezoaktoren ohne integriertes Messsystem gibt es keine kp-, ki- und kd- Reglerwerte, da ein geregelter Betrieb in dieser Konfiguration nicht möglich ist. Die „closed loop“ Funktion ist automatisch ausgeschaltet.

Um die Reglereigenschaften eines Aktors auf die spezielle Applikation anzupassen, geht man von den voreingestellten Werten aus. Zuerst schaltet man den geregelten Betrieb durch Druck auf den digitalen Drehgeber „OFFSET“ bzw. mit dem Befehl ***cl,1*** ein. Man verändert schrittweise immer einen Parameter und überprüft das Ergebnis mit dem Oszilloskop an der Monitorbuchse. Dabei ist mit dem Befehl ***monsrc,6*** der Monitorausgang auf *Positionswert im ungeregelten Betrieb* zu stellen.

Prinzipiell ist ein Parameter in kleinen Schritten zu ändern und je nach Reaktion des Elementes die Schrittweite zu erhöhen. Kommt es zum Aufschwingen, dann bitte sofort die Regelung durch Druck auf den Drehgeber ausschalten und die Werteänderung rückgängig machen!

Zuerst überprüft man die Funktion des Kerbfilters. Der Kerbfilter ist werkseitig ausgestellt. Hat die momentane Applikation ein anderes Gewicht oder sind spezielle Anbauten vorhanden, ändert sich die Resonanzfrequenz des Gesamtsystems (größere Masse = niedrigere Resonanzfrequenz). Die Werte des Kerbfilters sind über die Befehle ***notchon, notchf*** und ***notchb*** veränderbar.

Die Wobbelfunktion des internen Funktionsgenerators kann zur Ermittlung der Hauptresonanz genutzt werden. Dazu stellt man mit den Befehlen ***gaswe, goswe*** und ***gtswe*** die Amplitude des Wobbelgenerators auf 5%, die Offset auf 0% und die Wobbelzeit auf 1 (1 s/Dekade). Den Piezoverstärker stellt man durch Druck auf den Drehgeber auf ungeregelt (OL/CL LED am Verstärker leuchtet grün). Mit Hilfe des mitgelieferten MOD/MON-Kabels (Stecker MON) verbindet man das Oszilloskop mit der „ANALOG“ Buchse des Verstärkers.
Am Oszilloskop sind folgende Einstellungen vorzunehmen: Speicherbetrieb, Zeitbasis = 0,5s/cm und Eingangsspannung = 0,1V/cm.
Jetzt schaltet man mit dem Befehl ***gfkt,5*** den Wobbelgenerator ein. Das Bild am Oszilloskop zeigt die Übertragungsfunktion des Aktorsystems gemessen mit dem integrierten Messsystem. Bevor die Hüllkurve ausklingt, gibt es eine Stelle, an der die Amplitude bis auf 0V zusammenbricht und wieder ansteigt. Das ist die Kerbfrequenz (notch frequency). Bei der Resonanzfrequenz überhöht die Hüllkurve stark. Jetzt muss die passende Frequenz mit ***notchf,<Wert>*** eingestellt werden, bis die Kerbe an der Stelle ist, wo die Überhöhung war. Angestrebt wird, dass die Hüllkurve über das untere Frequenzband linear verläuft, an der Resonanzstelle (Kerbfrequenz) einen Einschnitt hat, danach wieder annähernd die Ausgangsamplitude erreicht bis sie am Ende gegen Null geht. Der Bereich um den Einschnitt des Kerbfilters kann mit dem Wert für die Bandbreite des Kerbfilters (Befehl ***notchb,<Wert>***) linearisiert werden.
Nach Abschluss dieser Prozedur ist der Funktionsgenerator mit dem Befehl ***gfkt,0*** abzuschalten.

Den richtigen ki-Wert ermittelt man wie folgt:
Man stellt den internen Funktionsgenerator auf Rechteck mit dem Befehl ***gfrec,1*** auf 1Hz, mit ***garec,50*** die Amplitude auf 50% (oder entsprechend der späteren Applikation) und mit ***gorec,25*** die Offset auf 25%. Der Monitorausgang wird mit dem Befehl ***monsrc,0*** auf *Positionswert im geregelten Betrieb* eingestellt.

Am Oszilloskop sind folgende Einstellungen vorzunehmen: Speicherbetrieb, Zeitbasis = 0,05s/cm und Eingangsspannung = 1V/cm.
Am Verstärker ist durch Druck auf den Drehgeber der Regler einzuschalten (closed loop). Die OL/CL-LED leuchtet gelb. Mit dem Befehl ***gfkt,3*** schaltet man den Rechteckgenerator ein. Das Bild am Oszilloskop zeigt die Sprungfunktion des Aktorsystems gemessen mit dem integrierten Messsystem. Ist die Anstiegsgeschwindigkeit zu gering, kann man dies durch Erhöhung des ki-Wertes mit dem Befehl ***ki,<Wert>*** ändern. Kommt es zur Schwingneigung kann dies durch Erhöhung des kd-Wertes erreicht werden. Das Überschwingen nach dem Anstieg der Kurve sollte auf <1% des Gesamtsprunges eingestellt werden.

Bei diesen Einstellungen kann es zum Aufschwingen des gesamten Systems kommen. Sofort ist die Regelung durch Druck auf den digitalen Drehgeber auszuschalten und die Werteänderung rückgängig zu machen! Im Zweifelsfall sind die Standardwerte neu zu laden. Längerer Betrieb in Resonanz kann den Aktor zerstören!

Jetzt kann man versuchen, die Anstiegsgeschwindigkeit des Sollwertes mit dem Befehl ***sr,<Wert>*** zu erhöhen, solange kein Aufschwingen bzw. größeres Überschwingen auftritt. Mit dem Filtertyp **Tiefpass** (***Befehle lpon, lpf***) kann die Einschwingkurve beruhigt werden (lpf erniedrigen = Einschwingen ruhiger). Jedoch vergrößert eine niedrige Tiefpassfrequenz die Zeitverzögerung zwischen Soll- und Positionswert.

11 Fehlersuche

Bei Nicht- oder Fehlfunktion des Gerätes trotz scheinbar intakter Anzeigen kontrollieren Sie bitte die Kabel auf Beschädigung oder Kurzschlüsse. Starke Zugbelastungen an den Steckern können zu Unterbrechungen führen.

Fehler	Mögliche Abhilfe
UDL/OVL-LED‘s blinken	Überprüfen Sie, ob der Aktor richtig angesteckt und die Verriegelungsschrauben des D-Sub Steckers angezogen sind. Kontrollieren Sie bitte die Kabel auf Beschädigung oder Kurzschlüsse.
UDL/OVL-LED‘s im geregelten Betrieb (closed loop) leuchten auf	Überprüfen Sie die mechanische Ankopplung des Aktors an die Peripherie. Es liegt möglicherweise eine mechanische Blockierung bzw. ein Anschlag des Aktors vor. Auch eine zu starke Belastung des Antriebes führt dazu, dass er seine vorgegebene Position nicht erreicht. Lösen Sie den Aktor von der Peripherie. Sind die LED‘s erloschen, lag einer der o.g. Fehler vor. Hinweis Einbaulage: Hängenden Aufbauten bzw. Aktoren „upside down“ können ebenfalls Probleme verursachen
Aktor schwingt bei „closed loop” in Resonanzfrequenz	Reglereinstellungen überprüfen, ki reduzieren, kd reduzieren
zurückgelesene Messwerte differieren um festen Betrag von digitaler Sollwertvorgabe	Schalten Sie den analogen Modulationseingang ab mit dem Befehl *modon,0* (siehe 8.4.2 Befehlssatz). Dieser kann eventuell Störungen oder eine Sollwert-Offset verursachen.
Aktor bewegt sich nicht trotz analoger Modulation über den MOD-Eingang	Schalten Sie den analogen Modulationseingang ein mit dem Befehl *modon,1* (siehe 8.4.2 Befehlssatz).
über die Schnittstelle ausgegebene Werte entsprechen nicht dem realen Signalverlauf	Es treten eventuell Alias-Effekte auf: wenn die Ausleserate geringer ist als die halbe Arbeitsfrequenz (Untertastung), treten Alias-Effekte auf. Diese wirken sich nur auf seriellen Daten aus, nicht aber auf das reale System.

Tabelle 11: Fehler

11.1 Fehlerregister

Das Fehlerregister ist ein 16bit Register, wobei die einzelnen Bits die verschiedenen Fehler beim Betrieb des ***30DVxxx*** beschreiben. Wenn ein Fehler auftritt, ändert sich das Fehlerregister und es wird automatisch eine Fehlermeldung über die Schnittstelle zum Computer gesendet:

„**?ERR,Kanal,error**“ CR LF.

Die Dezimalsumme der Bits ergibt den error-Wert:

Bit	Beschreibung		Dezimal
0	I²C Fehler	0 – kein Fehler 1 – I²C Fehler	0 1
1		------	--
2	Temperatur	0 – kein Fehler 1 – Temp. außerhalb des Bereiches	0 4
3	OVL	0 – kein Fehler 1 – Übersteuerung in CL	0 8
4	UDL	0 – kein Fehler 1 – Untersteuerung in CL	0 16
5 – 15		------	--

Tabelle 12: Fehlerregister

Das Gerät wird vor der Auslieferung kalibriert. Die Aktoren mit integriertem Messsystem sind kalibriert und besitzen zusätzlich einen ID-Chip, in dem alle aktorspezifischen Werte abgespeichert sind. Diese werden beim Einschalten an den jeweiligen Verstärker übergeben (plug & play).

Zur Durchführung hochgenauer Verstellungen im sub-µm Bereich ist es sinnvoll, das Gerät ca. 2 Stunden vor der Messung in Betrieb zu nehmen. Erst nach dieser Zeit haben sich stabile Temperaturverhältnisse eingestellt. Die höchste Auflösung und Genauigkeit ist mit der digitalen Sollwertvorgabe erreichbar. Aus diesem Grund sollte der analoge Modulationseingang deaktiviert werden, wenn dieser nicht benutzt wird.

Vorteilhaft für präzise Positionieraufgaben wirkt sich eine konstante Umgebungstemperatur aus. Bedenken Sie, dass Temperaturänderungen von $\Delta T = 5K$ bei Stahl mit einer Länge von 20cm eine Längenänderung von ca. 13µm hervorrufen. In unserer "Piezofibel" sind die grundlegenden Eigenschaften von Piezoaktoren ausführlich beschrieben. Zusätzliche Informationen finden Sie in unserem Hauptkatalog. Für weitere Informationen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung. Das Gerätekonzept erlaubt dem Kunden individuelle Anpassungen des Systems bezüglich der technischen Eckwerte wie z.B. Regelparameter. Um Möglichkeiten für Ihr spezielles Problem zu finden, kontaktieren Sie bitte unseren technischen Service.

12 Ihre Notizen

table of contents

1	introduction	36
2	certification of *piezosystem jena*	36
3	declaration of conformity	36
4	purchased part package	37
5	instructions for using piezo electrical elements and power supplies	37
6	safety instructions	38
6.1	installation, power supply	39
6.2	operation	39
6.3	maintenance and inspection	40
6.4	environmental conditions	40
7	instructions for checking the function of the system / quick start	40
8	how to operate the digital amplifier series *30DVxxx*	41
8.1	common introduction	41
8.2	user elements / connections	41
8.2.1	front panel	41
8.2.2	back panel	42
8.3	function	43
8.3.1	technical data	46
8.3.2	MOD/MON	47
8.3.3	pinning	48
8.4	communication & commands	49
8.4.1	communication via RS232	49
8.4.2	commands	50
8.4.3	status register	53
8.5	function generator	53
8.6	Output of trigger signals	54
8.7	scan function	57
9	handling	59
10	controller adjustment	60
11	troubleshooting	61
11.1	error register	62
12	your notes	63

1 introduction

This manual describes the digital piezo amplifier series ***30DVxxx*** from ***piezosystem jena***. You will also find additional information regarding piezoelectric products.

Definition: All systems from ***piezosystem jena*** such as electronics, actuators, and optical systems are called “units”.

If you have any problems please contact the manufacturer of the system: ***piezosystem jena***, Stockholmer Str. 12, 07747 Jena. Phone: +49 36 41 66 88-0

2 certification of *piezosystem jena*

The company ***piezosystem jena GmbH*** has worked according to a DIN EN ISO 9001 certified quality management system since 1999. Its effectiveness is verified and proven by periodic audits by the TÜV.

This instruction manual includes important information for using piezo actuators. Please take the time to read this information. Piezo positioning systems are mechanical systems that offer the highest precision. Correct handling guarantees that this precision will be maintained over a long period of time.

3 declaration of conformity

The CE Declaration of Conformity is available on our website ***www.piezosystem.com***.

4 purchased part package

- Please check the completeness of the delivery after receiving the shipment:

- piezo amplifier ***30DVxxx***
- wide range power supply 24 V DC
- RS232 cable
- USB cable
- instruction manual
- CD-ROM with driver, software, and instruction manual

5 instructions for using piezo electrical elements and power supplies

- Piezoelectric actuators from ***piezosystem jena*** are controlled by voltages up to 150 V. These values can be quite hazardous. Therefore, read the installation instructions carefully and ensure that only authorized personnel handle the power supply.
- After transportation, piezoelectric actuators should be allowed to adapt to room temperature for approximately 2 hours before being switched on.
- Piezoelectric actuators are made from ceramic materials with and without metallic casings. The piezo-ceramic is a relatively brittle material. This should be noted when handling piezoelectrical actuators. All piezo elements are sensitive to bending or shock forces.
- Due to the piezoelectric effect, piezo actuators can generate electrical charges by changing the mechanical load or the temperature, or by actions such as the ones described above.
- Piezoelectric actuators are able to work under high compressive forces. Only actuators with a pre-load can be used under tensile loads (these tensile forces must be less than the pre-load given in the data sheet). Please note that acceleration of the ceramic material (e.g., caused by fall down, discharging, or high dynamic application) will occur.
- After excitation of the actuators by a voltage in the upper control range, the ceramic will move and generate an opposite high voltage after disconnection.
- Heating of the ceramic material will occur during dynamic operation and is caused by structure conditional loss processes. This may cause failure if the temperature exceeds specified values cited below. With increasing temperature up to the Curie temperature T_C, (usual values approx. 140°C - 250°C) the piezoelectric effect disappears. We recommend working in temperatures up to $T_C/2$ (normally up to 80°C).
- Piezoelectric actuators, such as stacks or other devices, work electrically as a capacitor. These elements are able to store electrical energy over a long period of time (up to some days) and the stored energy may be dangerous.
- If the actuator remains connected to the drive electronics, it will be unloaded within a second after shutdown and quickly reaches harmless voltage values.
- Piezo actuators can only generate voltages by warming or cooling (caused by the longitudinal change). The discharge potential should not be ignored due to the inner capacitance. This effect is insignificant at usual room temperature.
- Piezo actuators from ***piezosystem jena*** are adjusted and glued. Any opening of the unit will cause misalignment or possible malfunction and will result in the loss of the guarantee..
- Please only use original parts from ***piezosystem jena***.
- Please contact ***piezosystem jena*** or your local representative if there are any problems with your actuator or power supply.

Caution! Shock forces may damage the built-in ceramic elements. Please avoid such forces, and handle the units with care, otherwise the guarantee will be lost.

6 safety instructions

Icons:

RISK OF ELECTRIC SHOCK! Indicates that a risk of electric shock is present and the associated warning should be observed.

CAUTION! REFER TO OPERATOR´S MANUAL – Refer to your operator's manual for additional information, such as important operating and maintenance instructions.

RISK OF ELECTRIC SHOCK!

- Do not open the units! There are no user serviceable parts inside and opening or removing covers may expose you to dangerous shock hazards or other risks. Refer all servicing to qualified service personnel.
- Do not spill any liquids into the cabinet or use the units near water.

CAUTION!

- Allow adequate ventilation around the units so that heat can properly dissipate. Do not block ventilated openings or place the units near a radiator, oven, or other heat sources. Do not put anything on top of the units except those that are designed for that purpose (e.g. actuators).
- Only work with the units in a clean and dry environment! Only specially prepared units (e.g. actuators) can work under other conditions!
- Please only use original parts from ***piezosystem jena***. ***piezosystem jena*** does not give any warranty for damages or malfunction caused by additional parts not supplied by ***piezosystem jena***. Additional cables or connectors will change the calibration and other specified data. This can change the specified properties of the units and cause them to malfunction.
- Piezo elements are sensitive systems capable of the highest positioning accuracy. They will demonstrate their excellent properties only if they are handled correctly! Please mount them properly at the special mounting points.

Immediately unplug your unit from the wall outlet and refer servicing to qualified service personnel under the following conditions:

- when the cords or plugs are damaged
- if liquid has been spilled or objects have fallen into the unit
- if the unit has been exposed to rain or water
- if the unit has been dropped or the housing is damaged

6.1 installation, power supply

RISK OF ELECTRIC SHOCK

- Do not insert or unplug the power plug with wet hands, as this may result in electrical shock.
- Do not install in rooms where inflammable substances are stored. If flammable substances come into contact with electrical parts inside, it could result in fire or electrical shock.
- Do not damage or modify the power cord. Also, do not place heavy objects on the power cord, or pull on or excessively bend it, as this could cause electrical damage and result in a fire or electrical shock.
- Always grasp the plug portion when unplugging the power cord. Pulling on the power cord may expose or snap the core wire, or otherwise damage the power cord. If the cord is damaged, this could cause an electricity leak and result in a fire or electrical shock.

CAUTION!

- Do not use accessories other than the ones provided (e.g. power cord). Only plug the power cord into grounded power equipment and sockets.
- Do not place heavy objects on any cables (e.g. power cords, sensor cables, actuator cables, optical cables).
- Do not block ventilated openings or place the units near a radiator, oven, or other heat sources.
- Plug in the power cord completely so that it cannot loosen inadvertently.
- Leave sufficient space around the power plug so that it can be unplugged easily. If objects are placed around the power plug, you will be unable to unplug it in an emergency.
- Install the system so that the on/off-switch is easily accessible at all times.
- The power plug is the cut-off point to the main power supply.

6.2 operation

RISK OF ELECTRIC SHOCK!

- Do not open the units! There are no user serviceable parts inside and opening or removing covers may expose you to dangerous shock hazards or other risks. Refer all servicing to qualified service personnel.
- Do not spill inflammable substances inside the voltage amplifier. If these items come into contact with an electrical component inside the voltage amplifier, this may result in a fire or electrical shock.

CAUTION!

- If the voltage amplifier emits smoke, high heat, or unusual smells, immediately turn off the power switch and unplug the power plug from the outlet. Then contact our technical service.

6.3 maintenance and inspection

CAUTION! ⚠

- Before cleaning the exterior box of the voltage amplifier, turn off the power switch and unplug the power plug. Failure to do so may result in a fire or electrical shock.
- Clean the exterior box using a damp cloth that has been firmly wrung-out. Do not use alcohols, benzene, paint thinner or other inflammable substances. If flammable substances come into contact with an electrical component inside the voltage amplifier, this may result in a fire or electrical shock.

6.4 environmental conditions

The amplifier can be used:

- indoors only
- at an altitude of up to 2000 m
- at a temperature between: 5...35 °C
- at a relative humidity between: 5...95% (non-condensing)

The recommended environmental conditions:

- indoors only
- at an altitude of up to 2000 m
- at a temperature between: 20...22 °C
- at a relative humidity between: 5...80% (non-condensing)

7 instructions for checking the function of the system / quick start

When you open the package, please check to make sure all the necessary parts are included (see packing list) and nothing is damaged. Check the electronics and the actuator for any visible damage:

- The top and bottom plates of the actuator (if it does not have another shape) should be parallel each to each other and not have any scratches.
- If there is any damage to the system please contact our local representative immediately!
- If the packaging material is damaged please confirm this with the shipping company.
- Ensure that the main voltage supplied in your country is the same as the one installed in the system (Check the voltage label on the backside of the power supply).
- The power switch should be in the off position.
- Connect the power supply.
- Connect the piezo actuator by using the D-SUB 15pin connector. Be sure the cables are connected properly to the electronics.
- Turn the system on by using the POWER switch on the Front panel. The green
- “READY” LED indicates that the power supply is working. It is followed by a short self test.
- The yellow LED’s ”OVL” and “UDL” will blink. The green “OL/CL” LED shines permanently. If there is an actuator plugged into the D-SUB 15pin and the amplifiers are working, the LED's will switch off after about 3 seconds.
- Switch on closed loop by pressing on the encoder knob. The OL/CL LED will shine yellow.
- Turn the knob to the left until the minimum position (0 µm) is reached and switch off the closed loop.
- Now you can set the position with the “OFFSET” encoder knob.
- If the UDL/OVL-LED lights up there is an error. In this case please read the chapter on
- *troubleshooting.* Please switch off the device.
- The function check is complete.

8 how to operate the digital amplifier series *30DVxxx*

8.1 common introduction

Our line of digital piezo amplifiers d-Drive from ***piezosystem jena*** has now been expanded with the addition of the OEM amplifier series ***30DVxxx*** including ***30DV50*** with 50mA output current and ***30DV300*** with 300mA output current. These amplifiers are designed for use as a single unit in industrial settings. It is compact, robust, and mountable in different manners and is highly reliable. The ***30DVxxx*** was designed for universal use with a wide main supply voltage from 10V to 30V DC. The casing is available in a screw slot version, or for mounting in a 19" rack mount casing.

Piezo actuators can be controlled in three different ways, either by using the encoder knob on the front panel, by analog signal ranging from 0 to +10V, or by PC-Interface RS232. The best results for resolution and accuracy can only be achieved by setting the digital target values. The high performance of the ***30DVxxx*** with 20bit effective resolution guarantees the customer high speed positioning, with the highest accuracy available. It includes rise time optimization and an active oscillation damping for every special application.

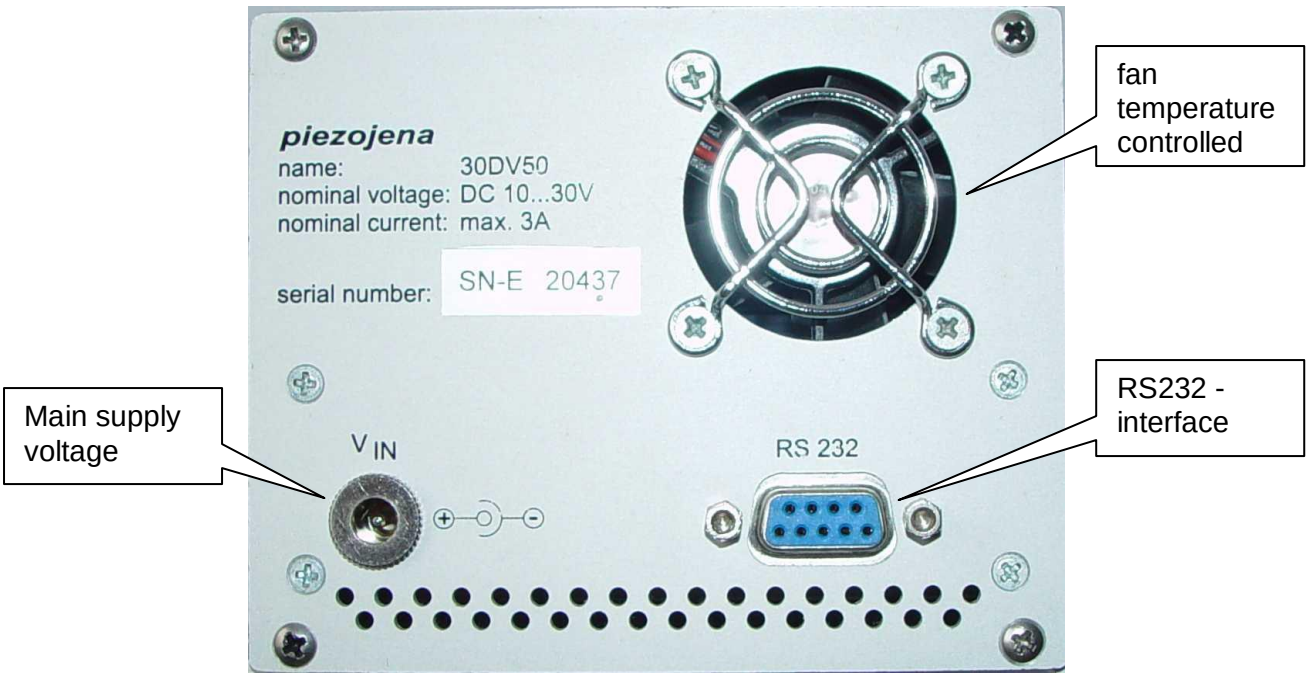
The ***30DVxxx*** comes with an auto calibration routine and automatic sensor identification (ASI). All values of the actuating system, like capacitance, measurement system, resonant frequency, and motion, are automatically stored in the amplifier. An automatic amplifier optimization occurs after actuator identification. All this makes our system configuration very easy and saves our customers a lot of time.

A unique feature of the ***30DVxxx*** is that it can be used in combination with strain gauge or capacitive feedback sensors without additional modification. The DSP (digital signal processor) runs at 64 MHz, and at a sampling rate of only 20 µsec. We have also implemented adjustable features such as slew rate, notch filter, and pass filters. A built-in function generator offers sine, triangular, and square functions, as well as noise and sweep.
All operating elements are usable from the front side. The PC-interface on the back side allows wiring in switch cabinets. Extension cables for great distances are available.

8.2 user elements / connections

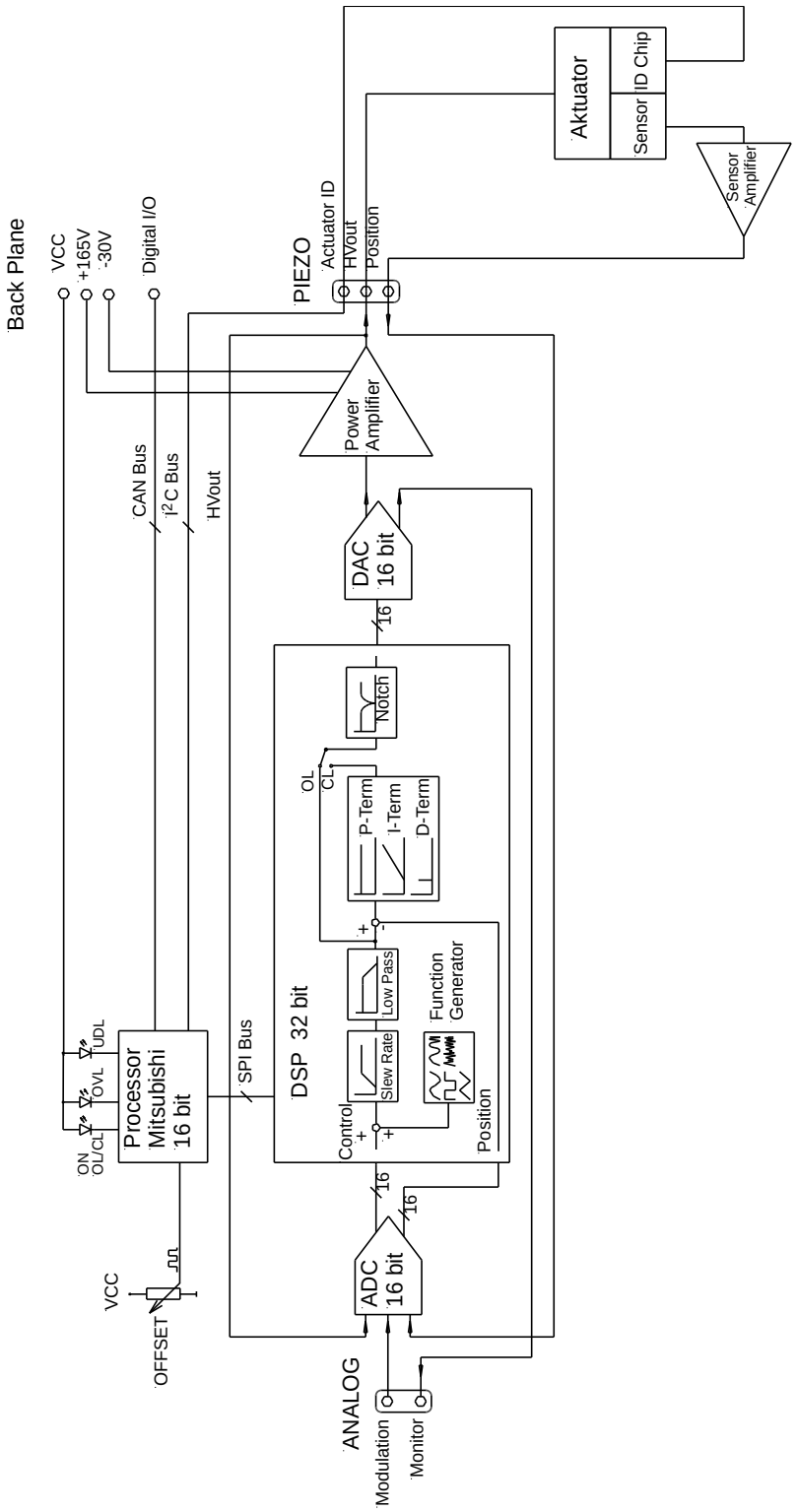
8.2.1 front panel

8.2.2 back panel



8.3 function

The following sketch shows the function groups of the amplifier:



sketch 1: function groups of the amplifiers

The command for the controller consists of the analog signal applied to the MOD input, the digital value given by the encoder “OFFSET” and the digital value from the RS232 interface. The slew rate of the amplifier can be adapted to your system using the "slew rate" limiter or the 4th order low pass filter, i.e. frequencies, which might stimulate resonances, can be suppressed before they interfere with the closed loop. The slew rate of this set value is adjustable.

The PID-controller calculates the difference (err) between this input (com) and the value from the measurement system (mes).

err = com – mes	com = command mes = position signal

The proportional term (kp) amplifies the control deviation without reducing frequency and drives the controller until the difference between the sensed motion and the command:

yp = kp * err	kp = adjustable gain yp = output of p-term

The P-controller can’t eliminate the error completely, because it needs a deviation to drive. To minimize the permanent offset of the P-term an integral action (I-term) is required. Ts is the time constant governing the time it takes for the output to get a certain value. For a step input it is the time taken for the output to equal the input.

yi = yi + ki * err * Ts	Ts = 1 / sample frequency (50 kHz) 1/ki = time constant yi = output of i-term

In general, the differential term combats oscillation (it adds damping) and increases the reaction speed of the PI–controller:

yd = kd * 1/Ts * (err – err[n-1])	err[n-1] = control deviation previous sample kd = differential time constant yd = output of d-term

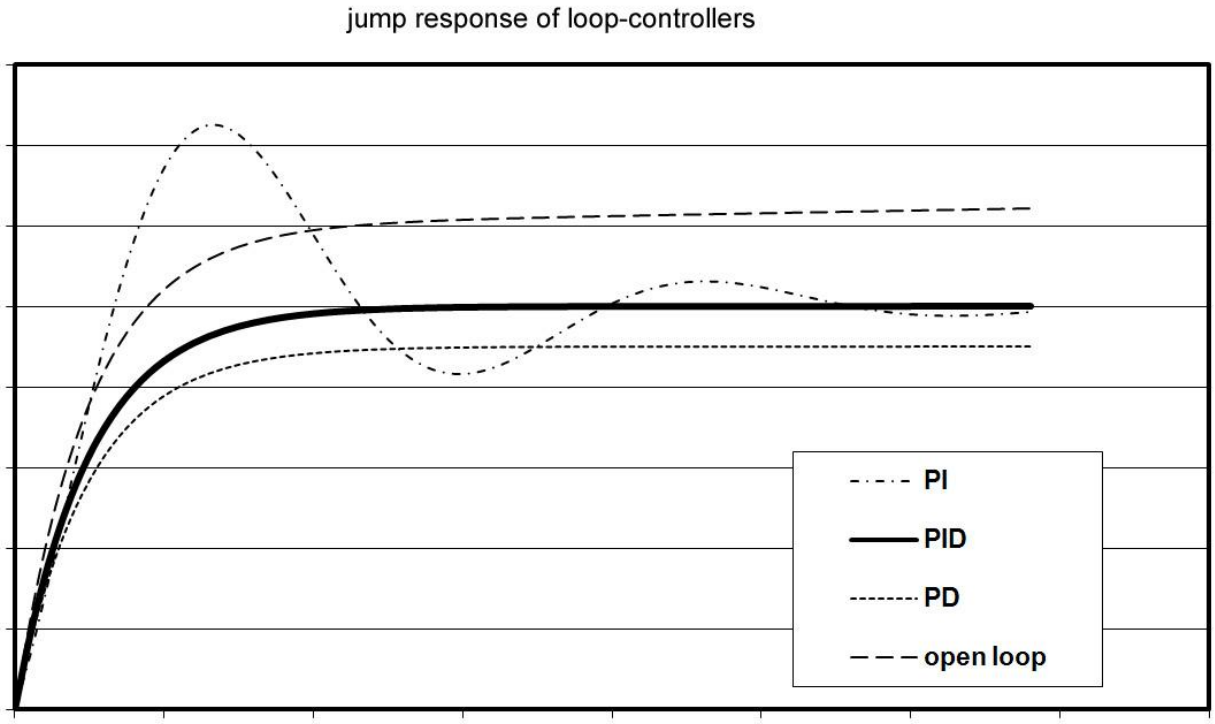
Be careful when using the d-term, because stochastic errors, like noise, cause extreme reactions. The addition of these 3 terms generates a PID–controller. The output of the controller is the set value for the power amplifier to drive the piezo actuator:

y = yp + yi + yd	y = output of PID-controller

In open loop mode, the PID-controller is bridged and the command input controls the amplifier.

Using a subsequent steep notch filter the main resonant frequency will be damped by another order of magnitude. While using open loop you can also switch on the notch filter to reduce the stimulation of the resonant frequency.
The PID-specific parameters kp, ki, and kd are stored in the actuator’s ID-chip by default. These parameters will work for most applications. Depending on your special application and load, the mechanical response can be optimized.

The following sketch describes the step response of the different terms:



sketch 2: transfer function

When using a notch filter, the main resonant frequency will be damped by another order of magnitude. While using open loop you can also switch on the notch filter to reduce stimulation of the resonant frequency. Using the notch filter might increase noise.

The PID-specific parameters kp, ki, and kd are stored in the actuator's ID-chip by default. These parameters will work for most applications. Depending on your special application and load, the mechanical response can be optimized.

8.3.1 technical data

	30DV50	***30DV300***
Input voltage:	10 – 30 VDC	
Power supply connector:	low voltage socket with 2.1mm-pin	
Input current:	max. 2.5A @ 10V max. 1.0A @ 30V	max. 5.5A @ 10V max. 2.5A @ 30V
Power consumption:	max. 30W	max. 55W
Output power:	7.5W (max. 15W for nanoX™ actuators)	max. 45W
Output voltages:	-20V...+130V +130V...-20V for nanoX™ actuators	
Output current (constant current):	50mA permanently (2x 50mA for nanoX™ actuators)	300mA permanently (2x 150mA for nanoX™ actuators)
Output noise:	<0.3mV$_{RMS}$ @ 500Hz	
Actuator / measurement connector „PIEZO“:	15pin D-Sub plug	
Monitor output:	0...+10V (programmable signal source)	
Monitor output impedance:	1kΩ	
Modulation input:	0...+10V (disconnectable)	
Modulation input impedance:	25kΩ	
Trigger output (low-active)	5V/0V with pull-up-drain resistor 240Ω	
MOD - MON connector „ANALOG“:	9pin D-Sub socket	
Offset voltage:	-20V...+130V via encoder	
Safety functions:	short circuit proof, temperature fuse	
Display (LED):	green / yellow green = in operation / open loop yellow = closed loop OVL (yellow) = overload UDL (yellow) = underload	
Interface	RS232	
Interface connector	9pin D-Sub socket	
Cooling	Fan, temperature controlled	
Dimensions (W H D):	(130 x 86 x 230) mm	
Weight:	3.8 lbs	4 lbs

table 1: technical data

8.3.2 MOD/MON

modulation input: MOD

The motion of the actuator can be remotely controlled using this input. The control signal must range between 0V and +10V. There is an internal addition of the MOD signal, the adjusted encoder "OFFSET", and the present digital value. To prevent external signals from influencing any parameter, please switch off the analog modulation input when it's not used (*modon, x*, 0 see 8.4.2). In function generator mode, the modulation input is permanently switched off.

monitor output: MON

With a special command many different signals can be shown. The voltage range between 0 and +10 V is available at this socket and can be monitored by using an oscilloscope. Pay attention to the inner resistance of the monitor output.

command	description	value
monsrc,<value>	monitor output (default = 0)	0 = position value in closed loop 1 = reference input 2 = PID-command voltage 3 = closed loop deviation incl. sign 4 = closed loop deviation absolute 5 = actuator voltage 6 = position value in open loop

table 2: monitor

0) position voltage in closed loop, it means an actuator with 80 µm in closed loop generates 0...+10V (= 8 µm/V or 0.125 V/µm)

1) the reference input, sum of the analog signal applied to the MOD input, the digital value by the encoder "OFFSET" and the digital value from the EDS2 via CAN-Bus

2) output of the controller, set value for the power amplifier

3) closed loop control deviation including sign: the value can be positive or negative:

Uerr = Ucom – Umes

Ucom = 0...+10V
Umes = 0...+10V
Uerr = -10V...+10V

To generate an output of 0...+10V the control deviation is divided by 2 and +5 V is added. To calculate the control deviation back from the measured monitor voltage, take the following formula:

Uerr = (Umon – 5V) * 2

Uerr = -10V...+10V
Umon = 0...+10V

If the controller is properly adjusted the value is +5 V.

4) absolute closed loop control deviation:

   |Uerr| = Ucom – Umes |Uerr| = 0...+10V

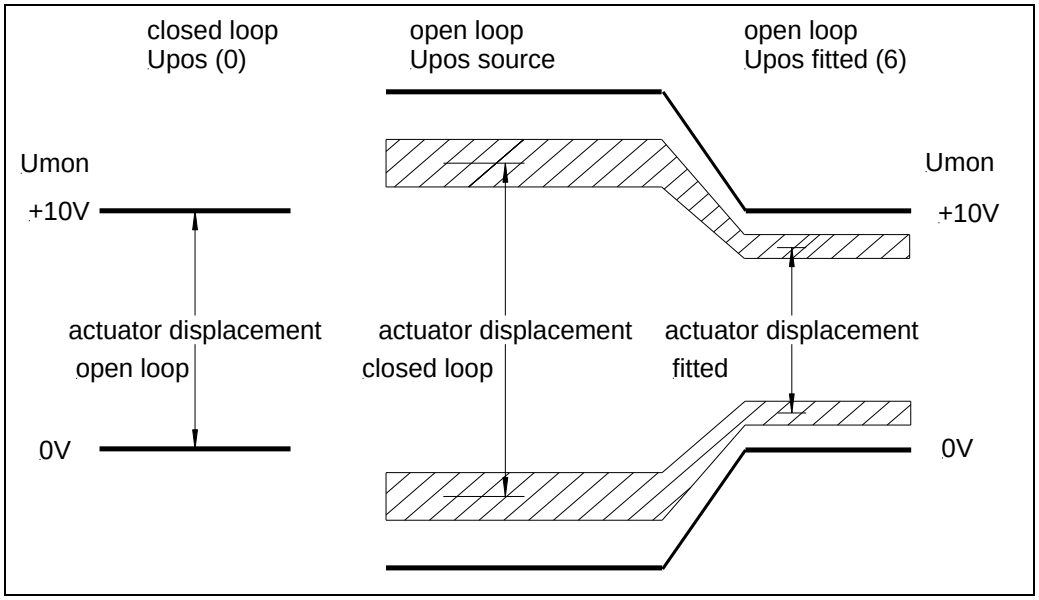
5) the actuator voltage -20V...+130V converts to 0...+10V; to calculate the actuator voltage back from the measured monitor voltage, take the following formula:

   Uactuator = (Umon * 15) – 20V

6) The position voltage in open loop (OL) is greater than in closed loop. The monitor voltage would be smaller than 0V and greater than +10V. The value gets adjusted. To calculate the open loop position voltage back from the measured monitor voltage, use the following formula:

   Umes(OL) = (Umon – 2.5V) * 2

The default setting is the position value in closed loop (see No. 0).



sketch 3: monitor output

8.3.3 pinning

ANALOG: socket 9pin D-Sub

pin	designation	description
1	MON+	monitor output 0...+10V
2	MON-	signal ground
4	MOD+	modulation input 0...+10V
5	MOD-	signal ground
7	TRG+	trigger output (low-active)
8	TRG-	digital ground trigger

table 3: pinning

PIEZO: plug 15pin SUB-D

pin	designation	description
1,2,11	AGND	analog ground
3	+15V *	operating voltage measurement +15V
4,14	GND	digital ground
5	SDA	I²C-Bus SDA
6	5Veeprom *	operating voltage ID-Chip
7	Vout2	actuator voltage 2 +130...-20V for nanoX$_{TM}$
8	Vout	actuator voltage -20...+130V
9	+MESS	position signal -8...+8V
10	-15V *	operating voltage measurement -15V
12	SCL	I²C-Bus SCL
13	DETECT	actuator detection
15	Piezomasse	actuator ground

[*] Not for external use

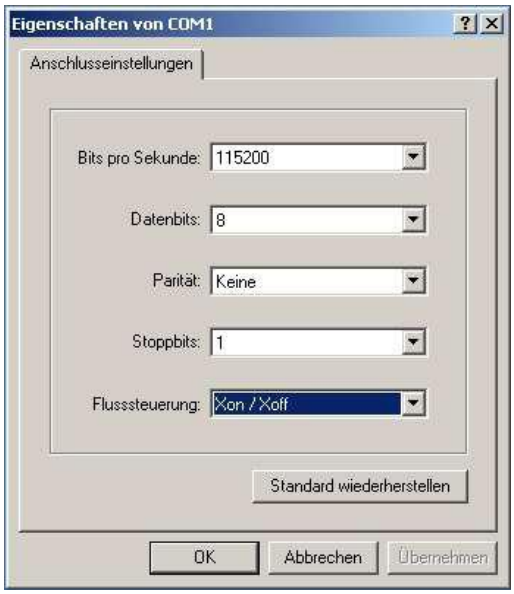
table 4: pinning

The actuator is connected to this plug. The actuator voltage goes to the piezo, the position signal from the measurement system goes to the DSP, and the integrated actuator information is stored on an ID-chip which goes to the main controller. It is important that the locking screws are screwed into the front panel.

8.4 communication & commands

8.4.1 communication via RS232

The ***30DVxxx*** can easily communicate with your PC with the use of a terminal program such as hypertrm.exe (please refer to the manual of your operating system). A serial connection cable (included) is required to connect to your computer. The properties of the COM port are: 115200 baud, 8 bit, no parity, 1 stop bit, software handshake (XON / XOFF).



8.4.2 commands

global commands: <command> *Enter*

command	description
dprpon	switch on the cyclic output of the current actuator position value *[1]
dprpof	switch off the cyclic output of the current actuator position value
dprson	switch on the automatic output of the status register when status of amplifier is changed
dprsof	switch off the automatic output of the status register when status of amplifier is changed

table 5: commands

commands without values: <command> *Enter*

command	description
s	shows all available commands
stat	request content of status register (see status register)
mess	position value request [µm or mrad] *[1]
ktemp	amplifier temperature value [degree Celsius]
rohm	operation time of actuator since shipping [minutes]
rgver	version number of loop-controller request

table 6: commands without values

commands with values: <command>,<value> *Enter*

command	description	value
fan	switches the fan on/off	0 = off 1 = on
setf	set the output format of measurement value (mess)	0= three decimal places 1= scientific format
setg	set the output format of all floating point values except “mess”	0= three decimal places 1= scientific format
fenable	enables the actuator soft start	0= soft start disabled 1= soft start enabled
fbreak	aborts the actuator soft start	-
set	command value: actuator voltage (ol) displacement (cl)	-20 to +130.000 [V] 0 to xxx.xxx [µm] (maximum actuator displacement, see datasheet)
sr	slew rate	0.0000002 to 500.0 [V/ms], attributed to the modulation voltage (0 to +10V)
modon	modulation input MOD plug	0 = off 1 = on

monsrc	monitor output (0 = default)	0 = position in closed loop 1 = command value 2 = controller output voltage 3 = closed loop deviation incl. sign 4 = absolute closed loop deviation 5 = actuator voltage 6 = position in open loop
cl	open loop / closed loop	0 = open loop 1 = closed loop
kp	proportional term	0 to 999.0
ki	integral term	0 to 999.0
kd	differential term	0 to 999.0
sstd	set default values	------
notchon	notch filter	0 = off 1 = on
notchf	notch filter frequency	0 to 20000 [Hz]
notchb	bandwidth (-3dB)	0 to 20000 (max. 2 * notch_fr) [Hz]
lpon	low pass filter	0 = off 1 = on
lpf	low pass cut frequency	1 to 20000 [Hz]
gfkt	internal function generator (see table 12)	0 = off 1 = sine 2 = triangle 3 = rectangle 4 = noise 5 = sweep
gasin	generator amplitude sine	0 to 100 [%]
gosin	amplitude offset sine	0 to 100 [%]
gfsin	generator frequency sine	0.1 to 9999.9 [Hz]
gatri	generator amplitude triangle	0 to 100 [%]
gotri	amplitude offset triangle	0 to 100 [%]
gftri	generator frequency triangle	0.1 to 9999.9 [Hz]
gstri	symmetry of triangle	0.1 to 99.9 [%] default = 50 %
garec	generator amplitude rect.	0 to 100 [%]
gorec	amplitude offset rectangle	0 to 100 [%]
gfrec	generator frequency rectangle	0.1 to 9999.9 [Hz]
gsrec	symmetry of rectangle	0.1 to 99.9 [%] default = 50 %
ganoi	generator amplitude noise	0 to 100 [%]
gonoi	amplitude offset noise	0 to 100 [%]
gaswe	generator amplitude sweep	0 to 100 [%]
goswe	amplitude offset sweep	0 to 100 [%]
gtswe	generator sweep time	0.4 to 800 [sec/decade]
sct	scan type	0 = scan function off 1 = sine scan 2 = triangle scan
ss	start scan	without value: request scan state 1 = starts scan

trgss	trigger generation stroke position start	minimum: >0.2% of total stoke to maximum: total stroke minus 0.2% of total stroke [µm] or [mrad]
trgse	trigger generation stroke position end	minimum: >0.2% of total stoke to maximum: total stroke minus 0.2% of total stroke [µm] or [mrad], always keep: trgse > trgss !
trgsi	trigger generation position intervals	>0.05% of total stroke in closed loop [µm] or [mrad]
trglen	duration of trigger impulses	n * 20µs n=1...255
trgedge	trigger generation edge	0= trigger generation off 1= trigger generation at rising edge 2= trigger generation falling edge 3= trigger generation at both edges

table 7: commands with values

Note *[1]: The controller cyclically transfers the newly measured value to the signal buffer of the interface every 500 milliseconds. This value can then be read out via the interface. Subsequent increasing of the query sequence for this value does not increase the refreshing rate. If the piezoelectric actuator moves with higher frequencies, aliasing occurs. In this case the displayed values no longer correspond with the actual motion value!

Example:

An actuator with 80µm displacement in closed loop should take a swing in rectangle mode from 20µm to 50µm. It should stay 50ms on 20µm and 150ms on 50µm. The reaction of the measurement system is connected to the monitor output.
commands:

- cl,1 *Enter* switch on closed loop
- gfkt,3 *Enter* generator function rectangle
- gfrec,5 *Enter* frequency rectangle = 1 / (50ms + 150ms) = 5Hz
- garec,37.5 *Enter* amplitude rectangle = (50µm – 20µm) / 80µm * 100% = 37.5%
- gorec,25 *Enter* offset rectangle = 20µm / 80µm * 100% = 25%
- gsrec,25 *Enter* symmetry rectangle = 50ms / (50ms + 150ms) * 100% = 25%
- monsrc,0 *Enter* set monitor source to position value in closed loop

8.4.3 status register

The status register is a 16bit register, in which each bit describes different properties of the amplifier or actuator. The decimal sum of all bits is the value of the status register:

bit	binary	description	decimal
0	2^0	0 – actuator not plugged 1 – actuator plugged	0 1
2,1	2^2, 2^1	0, 0 – actuator without measuring system 0, 1 – strain gauge measuring system 1, 0 – capacitive measuring system	0 2 4
3	2^3	------	--
4	2^4	0 – closed loop system 1 – open loop system	0 16
5	2^5	------	--
6	2^6	0 – piezo voltage not enabled 1 – piezo voltage enabled	0 64
7	2^7	0 – open loop 1 – closed loop	0 128
8	2^8	------	--
11,10,9	2^{11}, 2^{10}, 2^9	0, 0, 0 – generator off 0, 0, 1 – sine on 0, 1, 0 – triangle on 0, 1, 1 – rectangle on 1, 0, 0 – noise on 1, 0, 1 – sweep on	0 512 1024 1536 2048 2560
12	2^{12}	0 – notch filter off 1 – notch filter on	0 4096
13	2^{13}	0 – low pass filter off 1 – low pass filter on	0 8192
14	2^{14}	------	--
15	2^{15}	0 – fan off 1 – fan on	0 32768

table 8: status register

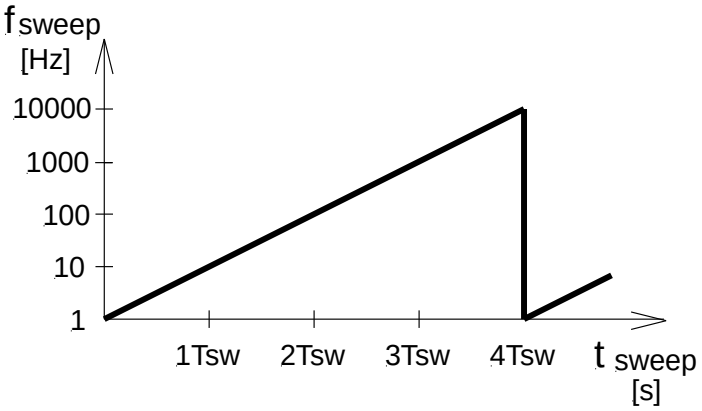
8.5 function generator

The ***30DVxxx*** amplifier contains its own function generator, which is capable of performing multiple functions. The function generator can be programmed by using the commands mentioned above. The following functions can be executed:

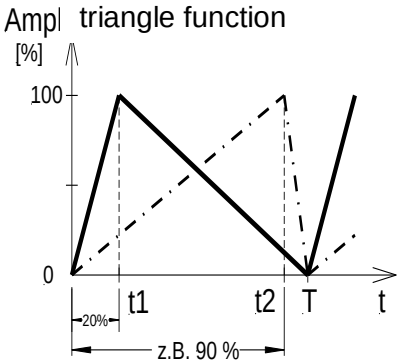
function type 0 = off	Sine 1	Triangle 2	Rectangle 3	Noise 4	Sweep 5
amplitude 0 to 100%	√	√	√	√	√
offset 0 to 100%	√	√	√	√	√
frequency 0.1 to 9999.9Hz	√	√	√	-	-
sweep time 0.4 to 800sec/dec	-	-	-	-	√
duty cycle 0.1 to 99.9%	-	√	√	-	-

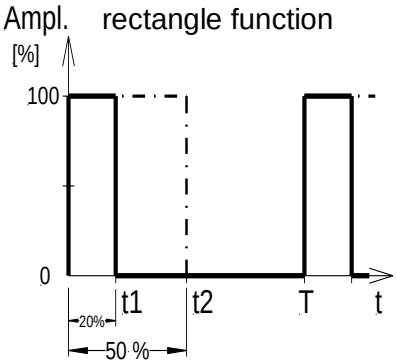
table 9: functions and their parameters

The amplitude that has been selected is the peak to peak value. The sweep depth is fixed by 1Hz to 10kHz (4 decades). In the meantime, the frequency increases logarithmically.This case represents the "sweep" parameter of the increasing frequency per decade.



The symmetry of a signal describes, in the case of the triangular function, the ratio of rise time t to time period T.
Based on this, a variation can be introduced between a fast increase and a slow decrease as well as a slow increase and a fast decrease of the function. By using the rectangular function, the duty cycle of high signal in relation to time of a period is described.





Caution: Do not activate the trigger function in sweep mode (trgedge = 0).

8.6 Output of trigger signals

Using trigger signals allows us to get an electrical signal when a position is reached or crossed. The trigger points refer to the measured value (stroke or tilt). The trigger is low-active, i.e. a high/low edge shows that you have reached a trigger point.
The active stroke/tilt-range for trigger generation is given by “trgss” (start (lower) position) and “trgse” (end (upper) position). The interval between the trigger points is given by “trgsi”. It is possible to get trigger signals at the rising edge (trgedge,1), the falling edge (trgedge,2) or both edges (trgedge,3).
To disable the trigger generation set trgedge,0. The measurement unit for trgss, trgse, trgsi is the actuator specific unit (e.g. µm or mrad), the length of a trigger signal can be set to multiples of 20µs (standard is 1 * 20µs).
Take care that is there no overlap between two trigger impulses. In this case, you must minimize the length of the impulses (trglen,1) or decrease the movement speed of the actuator.
Furthermore, you must be sure that the trigger range (between trgss and trgse) passes through plus 0.2% of the total stroke, otherwise no trigger will be generated because no change between rising and falling edge will be detected.

Caution: Do not activate the trigger function in sweep mode.

Example (trgedge = 1...3):

An actuator with a closed loop stroke of 80µm is used as follows: rising edge (***trgedge,1***), start point 10µm (***trgss,10***) end point (***trgse,30***) and interval 5µm (***trgsi,5***), i.e. trigger points are at 10, 15, 20, 25, 30µm. After reaching position 10µm (from a lower position; rising edge!) the trigger is set and the next trigger point will be calculated (15µm), the trigger output will be reset after n * 20µs (***trglen,***n) and the trigger function is waiting to reach the next trigger position (15µm) and so on. After reaching the 30µm position, the next Trigger position is set to 10µm, the trigger impulse will be generated when the 10µm position is reached from a lower position than 10µm (rising edge).

Extended trigger functions (trgedge = 4 / 5 / 7):

The function trgedge,4 triggers at any change of moving direction, with trgedge,5 the output is inverted to trgdge,4. No parameters will needed.

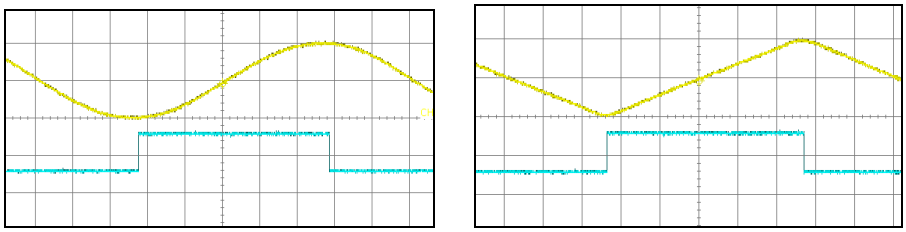


Abb: trgedge,4

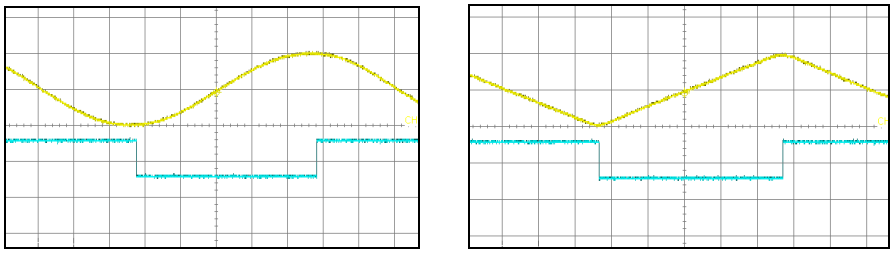
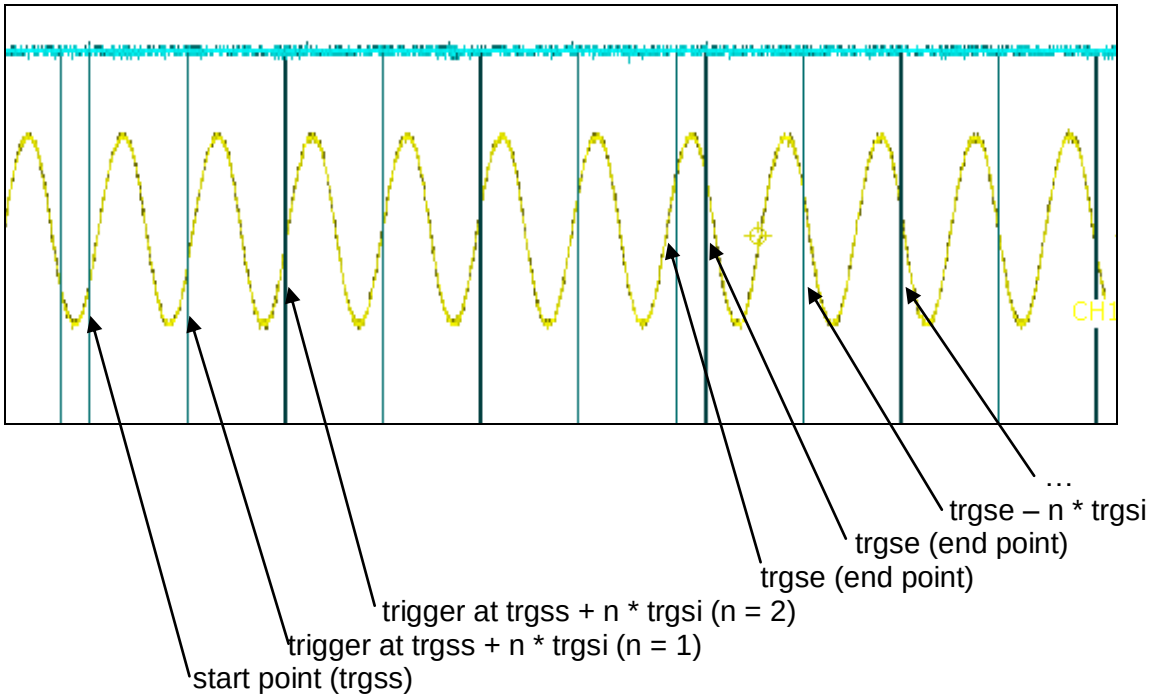


Abb: trgedge,5

Function trgedge,7: at any change of moving direction a trigger with length n * 20µs appears (parameter n: trglen).

Trigger function „moving trigger“ (trgedge,6)

This function is parameterized by trgss, trgse, trgsi und trglen. On each period, only one trigger appears, the trigger point “moves” at every period by its increment (trgsi). After reaching the end position (trgse) the trigger point “moves” backward.



The recognition of edges works as follows:
During the rising edge, the highest measurement value (position) will be stored. If there is a decrease in the measurement value of more than 0.2% (of total stroke) under the stored value, a falling edge will be recognized. During the falling edge, the lowest measurement value (position) will be stored.
If there is an increase in the measurement value of more than 0.2% (of total stroke) over the stored value, a rising edge will be recognized.
This principle depends on whether or not trgss and trgse are bordered by a working area that crosses at least 0.2% (of total stroke) out of the borders.

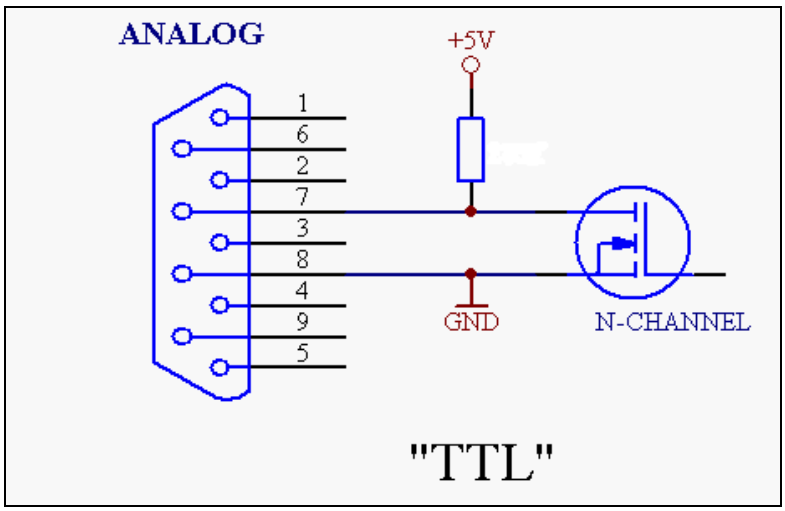
trgss	**lower trigger position** this is the lowest value where a trigger signal is generated	unit µm or mrad
trgse	**upper trigger position** this is the highest value where a trigger signal is generated	unit µm or mrad
trgsi	**trigger interval** this is the distance between the trigger points	unit µm or mrad
trgedge	**trigger edge** this value depends on which direction the trigger point must be reached for trigger generation	0: trigger disabled 1: trigger at rising edge 2: trigger at falling edge 3: trigger at both edges
trglen	**trigger length** this values depends on the duration of a trigger impulse	(n * 20µs n = 1…255)

table 10: commands for trigger generation

Hardware:

The output for trigger signals is the 9-pin D-Sub connector “ANALOG”.

The pin 7 (trigger out) and pin 8 (ground) are used.



sketch 4: internal circuit

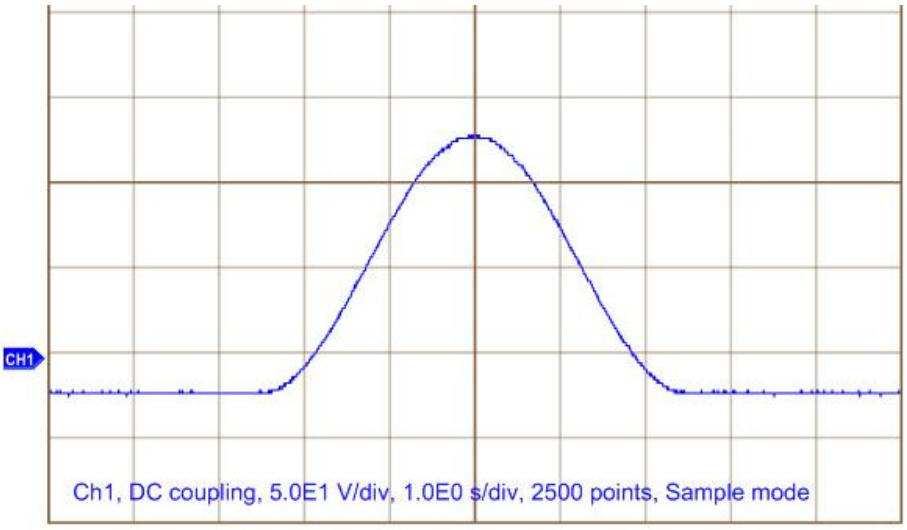
8.7 scan function

The scan allows the output of exactly one period of the function generator (sine or triangle). This will require that the relevant functional parameters be set (frequency, amplitude, offset, or symmetry). The function generator does not need to be activated (gfkt,0). To select a scan, set the scan type to sine (sct,1) or triangle (sct,2).
The scan starts with “ss,1”. During a scan, the status can be requested with "ss<CR>". The answer “ss,2” means the scan is still running, “ss,0” indicates the scan is complete. A running scan can be aborted by setting the status to zero (ss,0<CR>).

Example:

scan sine , 100% amplitude, 0% offset, frequency = 0,2Hz

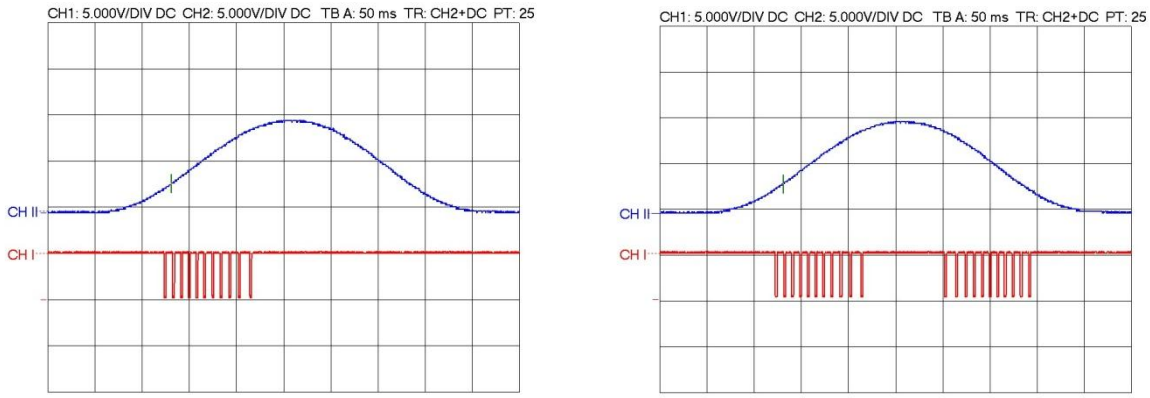
gfsin,0.2<CR>
gasin,100<CR>
gosin,0<CR>
scan type: sct,1
start scan: ss,1



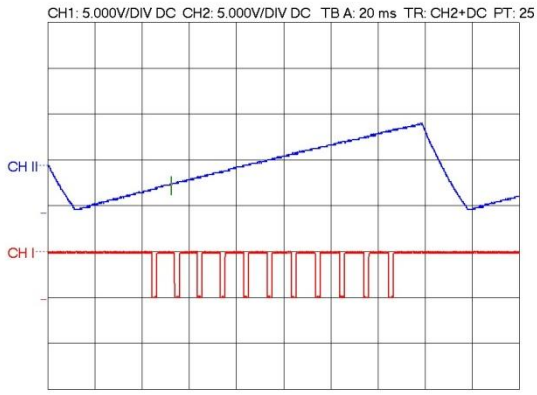
sketch 5: output voltage of a sine scan (open loop)

Application:

The combined use of trigger generation and scan function permits a highly exact scan of a probe. Acceleration forces (and with it oscillations) are minimized by using a sine function, and actions can be initiated by the trigger generation at exactly defined actuator positions.



sketch 6: sine scan with trigger impulses at rising / both edges

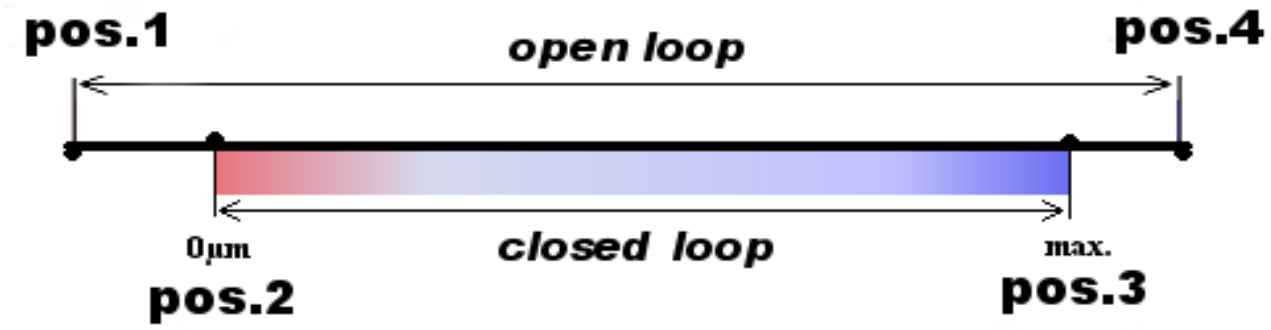


sketch 7: triangle scan with trigger impulses at the rising edge

9 handling

The actuator is connected to the ***30DVxxx*** using the “PIEZO” plug. The encoder knob is used to adjust a static output voltage or position, depending on the operation mode (Offset). The “ANALOG” plug offers analog interface to control the amplifier using a voltage between 0 and +10 V. So, arbitrary and scan functions are possible. Please remove any analog input voltage from the amplifier before you turn the system on or off to avoid damage. To control the amplifier via RS232 please connect the computer and the amplifier with the provided serial cable. Then start the terminal program (see chapter *communication*).

After power-on, the LED's “UDL“, and “OVL“ blink. The amplifier makes its power-on self test for 2 seconds. During this procedure all necessary parameters are transferred from the actuators ID-chip to the amplifier. When the “UDL“ and “OVL“ LEDs stop blinking, the amplifier has initialized successfully. Amplifiers without an attached actuator cannot complete this sequence.
When the system starts up and no external voltage is applied to the MOD input, the actuator is in the most negative position (pos.1) of its deviation (pos.1 to pos.4, see sketch 2). By pressing the knob in, the operation mode changes to closed loop and the “OL/CL” LED changes to yellow. When closed loop is turned on, the actuator moves to the start position of the closed loop range (pos.2). Turning the encoder to the right will increase the deviation until it reaches its maximum position (pos.3). This range will vary depending on your type of actuator.



sketch 8: open loop / closed loop

The yellow “OVL” LED shows an overload, the yellow “UDL” LED shows an underload. Please try to avoid this. When an external analog voltage is applied, try to decrease or remove it. If the LED's still light up, check the connection between the amplifier and the actuator. Additionally, a mechanical blocking or overload of the actuator can prevent actuators from reaching their position. If none of the described troubleshooting has worked, turn off the system and contact our support team. Please do not continue working after your actuator has been damaged.

The values of calibration are valid only for a specified assembly configuration. Any change in the assembly configuration can cause the modes OVL or UDL. Please provide us with your assembly configuration in advance.

10 controller adjustment

When any actuator made by ***piezosystem jena*** is connected to the ***30DVxxx***, amplifier their specific values are read from the actuator's ID-chip. The Digital Signal Processor (DSP) of the amplifier is set with these values. These parameters were investigated in the ***piezosystem jena*** laboratory and ensure safe function of the actuator.

There are no kp-, ki-, and kd-values for actuators without a measurement system because the closed loop mode is impossible in this configuration. Closed loop is automatically switched off.

To adapt the controller properties to your special application please start with the default values. At first please switch on the closed loop mode by pressing the encoder knob "OFFSET" or by the command ***cl,1*** via RS232. Change one parameter step by step and check the result with the oscilloscope on the ANALOG 9pin SUB-D socket of the amplifier. You must install a monitoring output to *position value in open loop* with the command ***monsrc,6***.

In general, change the parameters in small steps and, depending on the actuator's reaction, slightly increase the step width. If the system begins to oscillate, switch off the closed loop immediately by pressing the encoder knob, then reset the last values entered!

First of all, check the function of the notch filter. This has been factory adjusted so that the main resonant frequency is suppressed in an actuator with standard mass loading. If your application has a different mass, the resonant frequency changes (higher mass = lower frequency). The notch parameters are adjustable with the commands ***notchon***, ***notchf*** and ***notchb*****.**

The sweep function of the internal function generator can be used to determine the resonant frequency. Use **function generator** in the **choose menu** of the actuator. Set the amplitude to 5%, the offset to 0%, and the sweep time to 1 (1sec/decade). Set the amplifier to open loop ("OL/CL" LED lights green). With the MOD/MON cable (MON plug) you can connect the oscilloscope to the ANALOG socket of the amplifier. The following adjustments on the oscilloscope are required: store function, time base = 0.5 sec/div and input voltage = 0.1V/div. The display shows the response of the actuator measured by the integrated measurement system. Before the measured curve swings out, there is a position where the amplitude is 0 Volts. This is the adjusted notch frequency. At the resonant frequency, the measured curve goes very high. At this point you have to adjust the notch frequency to the resonant frequency to linearize the curve. Using the notch filter might increase noise.

The correct ki-value is determined as follows:
In the **function generator** menu, set rectangle to 1 Hz, amplitude to about 50%, and offset to 25%. Please set the monitoring output to **Umes/CL** in the **analog i/o** menu. The following adjustments on the oscilloscope are required: store function, time base = 0.05sec/div and input voltage = 1V/div. Set the amplifier to closed loop ("OL/CL" LED lights yellow). The oscilloscope display shows the step response of the actuator measured by the integrated measurement system. If the slew rate is too low, please increase the ki-value in the **digital controller** menu. The over swing after the rise time should be smaller than 1% of the total step.

In these adjustments, the actuator system can begin to oscillate in resonant frequency. Please switch off the closed loop immediately by pressing the encoder knob "OFFSET". Then reset the last values entered! Continuous use at resonance can damage the actuator!

Now you can try to increase the slew rate in **slew rate/filter** menu**,** as long as no oscillation or large over swing occurs.

11 troubleshooting

Please check all cables and connections first if the system is not working properly.

error	possible solution
UDL/OVL-LED blinks	Check the connection between actuator and amplifier. Check the actuator cable for damage.
UDL/OVL-LED light up in closed loop mode	The actuator is not able to reach the commanded position. Check the modulation input and offset. Check your actuator for mechanical blocking. Check whether your actuators move properly in open loop mode.
actuator oscillates in resonant frequency in closed loop	Check the PID-controller adjustments, reduce the ki-value, Reduce the kd-value. Check whether the function generator is still working.
read back parameters always deviate at the same level from the digital target value	Please switch off the analog modulation input when it's not used. Command: *modon,0* (see 8.4.2 commands). External signals can cause an interference or a command value offset.
actuator does not move in spite of the applied analog modulation signal on the MOD input	Please switch on the analog modulation input by using command *modon,1* (see 8.4.2 commands).
interface output values do not correspond to the applied signal value	Aliasing: If the signal read out sequence is lower than half of the working frequency only the serial data is affected. The real motion values are not affected.

table 11: errors

11.1 error register

The error register is a 16bit register. Each bit describes different error. Once error has occurred the error register changes and error message as a decimal number will be issued via interface.

„**?ERR,error**“ CR LF.

The decimal sum of all bits results the error value:

bit	description		decimal
0	I²C error	0 – no error 1 – I²C error	0 1
1		------	--
2	temperature	0 – no error 1 – temperature out of range	0 4
3	OVL	0 – no error 1 – overload in CL	0 8
4	UDL	0 – no error 1 – underload in CL	0 16
5 – 15		------	--

table 13: error register

For high precision positioning in nm-resolution you must warm up the amplifier 2 hours before use. A constant temperature is beneficial. Consider that a variation of 5 Kelvin results in elongation by 13µm in steel with a length of 200mm. The best results for resolution and accuracy can only be achieved by setting the digital target values. Therefore, please switch off the analog modulation input when it’s not used.

The equipment customization makes adaptations according to customer preferences that are possible in terms of the technical threshold values e.g. the main voltage or the output voltage. Please contact our technical service department in order to find out the possibilities for your specific application. Special adaptations must be paid for by the customer.

12 your notes